

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA - INPA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM**

**EFEITOS DA POLUIÇÃO E DO DESMATAMENTO SOBRE AS
COMUNIDADES DE GERROMOPHA E NEPOMORPHA (INSECTA:
HETEROPTERA) NOS IGARAPÉS DO MUNICÍPIO DE MANAUS,
AMAZONAS.**

Domingos Leonardo Vieira Pereira

MANAUS - Amazonas

2009

Domingos Leonardo Vieira Pereira

**EFEITOS DA POLUIÇÃO E DO DESMATAMENTO SOBRE AS
COMUNIDADES DE GERROMOPHA E NEPOMORPHA (INSECTA:
HETEROPTERA) NOS IGARAPÉS DO MUNICÍPIO DE MANAUS,
AMAZONAS.**

ORIENTADOR: Dr. Jorge Luiz Nessimian

CO-ORIENTADORA: Dra. Neusa Hamada

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convênio INPA/UFAM, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas, área de concentração em Entomologia.

MANAUS - Amazonas

2009

P436

Pereira, Domingos Leonardo Vieira

Efeitos da poluição e do desmatamento sobre as comunidades de *Gerromorpha* e *Nepomorpha* (Insecta: Heteroptera) nos igarapés do município de Manaus, Amazonas / Domingos Leonardo Vieira Pereira.---
Manaus : [s.n.], 2009.
xv, 120 f. : il.

Dissertação(mestrado)-- INPA, Manaus, 2009

Orientador : Jorge Luiz Nessimian

Co-orientador : Neusa Hamada

Área de concentração : Entomologia

1. Heterópteros aquáticos. 2. Insetos aquáticos. 3. Desmatamento. 4.
Poluição ambiental. 5. Avaliação ambiental. I. Título.

CDD 19. ed. 595.754

Sinopse:

Heterópteros aquáticos (Insecta) foram coletados e utilizados para avaliar os efeitos da poluição e do desmatamento nos igarapés urbanos do município de Manaus, Amazonas.

Palavras-chave: 1. Insetos 2. Heterópteros aquáticos 3. Avaliação ambiental 4. Desmatamento 5. Poluição.

Dedicatória

**Aos meus pais, a minha esposa Regiane, e a
minha filha Yasmin.**

Agradecimentos

Aos doutores Jorge Nessimian e Neusa Hamada pelo apoio e liberdade na condução deste trabalho e por contribuírem com minha formação profissional e pessoal. Ao Dr. Alan L. de Melo, que me mostrou que trabalhar com heterópteros era interessante, e pelas dicas e identificações de grande parte do material coletado.

À FIOCRUZ pelo apoio logístico e financeiro e, aos pesquisadores dessa instituição em projeto conjunto. Ao MCT/CNPq/INPA pelo apoio financeiro, bolsa de doutorado e infra-instrutora.

Ao Curso de Entomologia – DCEN, professores e colegas de disciplinas.

A todos os colegas de laboratório, pela contribuição na redação da tese, coleta em campo e sugestões nas análises estatísticas, em especial a Aline Mattos, Ana Pes, Bruno Godoy, Carlos Azevedo, Eleny Pereira, Jéferson Silva, Patrícia Reis, Sheyla Couceiro, Sunny Bentes, Ulisses Neiss, Roberta e Claudimir.

Às Dras. Ruth Leila F. Keppler e Beatriz Ronchi-Teles pelo apoio e amizade durante a realização deste trabalho.

Aos Drs. Cláudio Rui V. Fonseca, Nair Otaviano Aguiar, Ranyse Barbosa Querino da Silva, Thierry Ray J. Gasnier e Toby Barrett pelas sugestões durante a aula de qualificação.

Aos Drs. avaliadores Alan Lane de Melo, Arlindo Serpa-Filho, Daniel Forsin Buss, José Ricardo I. Ribeiro, Nair Otaviano Aguiar, Ruth Leila F. Keppler, Thierry Ray J. Gasnier pelas excelentes sugestões sugeridas na revisão da tese.

“Os animais são como deuses, ensinam-nos em silêncio, o que não aprendemos em diálogo.”

José Aparecido

Resumo

São poucos os estudos sobre Gerromorpha e Nepomorpha (Insecta: Heteroptera) com ênfase no impacto antropogênico. Este trabalho teve como objetivo conhecer a composição, diversidade e distribuição da fauna de heterópteros aquáticos e semi-aquáticos presentes nos igarapés amazônicos situados em áreas de floresta em bom estado de conservação e mínima interferência antropogênica, e igarapés em áreas urbanizadas, juntamente com a qualidade da água desses igarapés. As amostragens foram realizadas no período de março de 2004 a agosto de 2005 em 30 igarapés da Reserva Adolpho Ducke e 37 igarapés na cidade de Manaus. Foram coletados 2.927 espécimes, distribuídos em 12 famílias, 28 gêneros, 52 espécies e 30 morfótipos de Gerromorpha e Nepomorpha. No material examinado há exemplares não identificados, podendo tratar-se de espécies não descritas. Foram realizadas Análises de Correspondência Canônica (CCA) e Regressões Múltiplas que demonstraram uma estreita relação dos heterópteros amostrados com algumas variáveis ambientais, indicando uma associação positiva de alguns táxons com ambientes preservados, com maior velocidade de correnteza, maior oxigenação da água, taxas mais elevadas do Índice de Integridade de Hábitat (IIH) e menores valores de Nitrogênio total. Algumas espécies também foram indicadoras de períodos hidrológicos e também indicadoras de meso-habitats. Esses resultados indicam que levantamentos de heterópteros aquáticos e semi-aquáticos em áreas impactadas podem ser úteis como ferramentas adicionais na avaliação da qualidade da água de igarapés sob impacto decorrente da ação humana.

Abstract

There are few studies on Gerromorpha and Nepomorpha (Insecta: Heteroptera) with emphasis on anthropogenic impact. The aim objective of this present study work is to know the taxonomic composition, the diversity and the distribution of aquatic and semiaquatic heteropteran faunagoal in amazonian streams of pristine forested areas under none or minimal human interference and urban streams, together with water quality of these streams. The sampling was carried out from March, 2004 to August, 2005 in 30 streams in Reserva Florestal Adolpho Ducke (a forest reserve near Manaus, AM) and 37 streams in the city of Manaus. It was collected an amount of 2.927 especimens, distributed in 12 families, 28 genera, 30 morphotypes and 52 species of Gerromorpha and Nepomorpha. In this material, there are some exemplars not yet identified, and possible represent undescribed species. Cannonical Corresponence Analysis (CCA) and Multiple Regressions were performed and showed close relationships between heteropteran species and some envoronmental variables, indicating a positive association of some taxa and pristine environments, with higher values of current velocty in streams, higher values of dissolved oxygen, higher values of Habitat Integrity Index (HII) and lower values of total Nitrogen. Some species also were indicators to hidrologic periods and to mesohabitats. These results indicate that surveys on aquatic and semiaquatic heteropterans in human impacted areas might be usefull as aditional tools in evaluation of water quality of human impacted streams.

Sumário

Título	página
Ficha catalográfica	iii
Sinopse	ii
Dedicatória	iv
Agradecimentos	v
Epígrafe	vi
Resumo	vii
Abstract	viii
Sumário	ix
Lista de Tabelas	xi
Lista de Figuras	xii
1 - INTRODUÇÃO	1
2 – OBJETIVOS	
2.1 - Objetivo geral	7
2.2 - Objetivos específicos	7
CAPÍTULO 1 - Composição e Riqueza das Comunidades de Gerromorpha e Nepomorpha (Insecta: Heteroptera) na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas, em Diferentes Períodos do ano	
1 – Introdução	8
2 – Material e métodos	
2.1 – Área de estudo	
2.1.1 – Município de Manaus	12
2.1.2 – Igarapés da Reserva Florestal Adolpho Ducke	12
2.2 – Metodologia de Campo	16
2.3 – Parâmetros ambientais	18
2.4 – Identificação da Heteropterofauna	18
2.5 – Análise dos dados	19
3 – Resultados	
3.1 – Riqueza e composição das comunidades de Heteroptera	23
3.2 – Abundância de Heteroptera nos períodos chuvoso e seco.....	27
3.3 – Ocorrência das comunidades de Heteroptera em meso-habitats	30

3.4 – Relação das variáveis ambientais com a riqueza e composição de Heteroptera	35
3.5 – Índices da estrutura da comunidade	42
4 – Discussão	
4.1– Riqueza e composição das comunidades de Heteroptera	43
4.2 – Abundância de Heteroptera nos períodos chuvoso e seco	45
4.3 – Ocorrência das comunidades de Heteroptera em meso-habitats	46
4.4– Relação das variáveis ambientais com a riqueza e composição de Heteroptera.....	46
4.5– Índices da estrutura da comunidade	49
 CAPÍTULO 2 - Efeitos da poluição e do desmatamento sobre a comunidade de Gerromorpha e Nepomorpha (Insecta: Heteroptera) nos igarapés do município de Manaus, Amazonas	
1 – Introdução	51
2 – Material e métodos	
2.1 – Área de estudo	55
2.1.1 – Município de Manaus	56
2.1.2 – Igarapés em área urbana	56
2.2 – Metodologia de campo	61
2.3 – Parâmetros ambientais	63
2.4 – Identificação da Heteropterofauna	65
2.5 – Análise dos dados	65
3 – Resultados	
3.1 – Riqueza e composição das comunidades de Heteroptera.....	70
3.2 – Riqueza de Heteroptera nos períodos de inundação	73
3.3 – Distribuição de Heteroptera com relação aos meso-habitats.....	76
3.4 – Distribuição de Heteroptera com relação aos períodos de inundação...	78
3.5 – Relação das variáveis ambientais com a riqueza e composição de Heteroptera.....	81
3.6 – Índices da estrutura da comunidade	89
4 – Discussão	
4.1 – Riqueza e composição das comunidades de Heteroptera.....	90
4.2 – Riqueza de Heteroptera nos períodos de inundação.....	92

4.3 – Distribuição de Heteroptera com relação aos meso-habitats.....	94
4.4 – Distribuição de Heteroptera com relação aos períodos de inundação...	95
4.5 – Relação das variáveis ambientais com a riqueza e composição de Heteroptera.....	96
4.6 – Índices da estrutura da comunidade	96
5 – Conclusão	101
6 – Referências Bibliográficas	102

Lista de Tabelas

Tabela 1: Distribuição de Heteroptera (Gerromorpha e Nepomorpha) na região Neotropical.	2
Tabela 2: Numeração dos pontos de coleta, símbolo, bacia e ordem dos igarapés na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas.	13
Tabela 3: Abundância da heteropterofauna aquática e semi-aquática nos igarapés da Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas.	23
Tabela 4: Valores de indicação obtidos através do teste de Espécies Indicadoras (Dufrêne & Legendre, 1997), para Heteroptera nos meso-habitats (macrófitas, banco de folhiços, raízes expostas, superfície, espuma e kinon) amostrados em 37 igarapés na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas.	29
Tabela 5: Porcentagem das espécies de Heteroptera presentes nas amostras dos substratos nos igarapés da Reserva Florestal Adolpho Ducke, Amazonas.	32
Tabela 6: Valores das variáveis abióticas amostradas em 37 igarapés na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas. Cond. = condutividade; Temp.= temperatura; Veloc.= velocidade; Larg.= largura; Prof. = profundidade. Dados de Mendonça, 2002.	34
Tabela 7: Valores da regressão múltipla em igarapés na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas.	36
Tabela 8: Coeficientes de correlação para as variáveis ambientais da Análise de Correspondência Canônica (CCA) nos igarapés na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas.	37
Tabela 9: Valores da riqueza taxonômica, número de indivíduos, índices de diversidade de Shannon-Wiener e Simpson, e o índice de equitatividade nos igarapés na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas.	40
Tabela 10: Numeração dos pontos de coleta, localização geográfica e endereços ou pontos de referência dos igarapés urbanos de Manaus, Amazonas.	57
Tabela 11: Protocolo de avaliação rápida de bacias hidrográficas, baseado em Petersen (1992) e Nessimian <i>et al.</i> , (2006).	62
Tabela 12: Abundância da heteropterofauna aquática e semi-aquática nos igarapés urbanos de Manaus, Amazonas.	69

Tabela 13: Valores de indicação obtidos através do teste de Espécies Indicadoras (Dufrene & Legendre, 1997), para heterópteros aquáticos e semi-aquáticos nos meso-habitats (macrófitas, banco de folhiços, raízes expostas, superfície, espuma, areia e kinon) amostrados em 30 igarapés urbanos de Manaus, Amazonas.	75
Tabela 14: Valores de indicação obtidos através do teste de Espécies Indicadoras (Dufrene & Legendre, 1997), para heterópteros aquáticos e semi-aquáticos nos períodos de inundação (vazante, seca, enchente e cheia) amostrados em 30 igarapés urbanos de Manaus, Amazonas.	77
Tabela 15: Valores da regressão múltipla nos igarapés urbanos de Manaus, Amazonas.	80
Tabela 16: Valores das variáveis abióticas amostradas em 30 igarapés urbanos de Manaus, Amazonas.	83
Tabela 17: Valores do Índice de Integridade de Habitat apresentados em ordem decrescente nos 37 igarapés urbanos de Manaus.	84
Tabela 18: Coeficientes de correlação para as variáveis ambientais da Análise de Correspondência Canônica (CCA) nos igarapés urbanos de Manaus, Amazonas. ...	84
Tabela 19: Valores da riqueza taxonômica, número de indivíduos, índices de diversidade de Shannon-Wiener e Fisher, e o índice de equitatividade nos igarapés urbanos de Manaus, Amazonas.	87

Lista de figuras

Figura 1: Localização geográfica de Manaus e da Reserva Florestal Adolpho Ducke (RFAD), Amazonas.	10
Figura 2: Localização dos pontos de coleta na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas.....	12
Figura 3: Aspecto de alguns igarapés da Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas.	14
Figura 4: Coletor com rede entomológica aquática (Rapiché) em igarapé da Reserva Florestal Adolpho Ducke.	15
Figura 5: Mesohabitats amostrados: macrófitas, banco de folhiços, kinon, raízes expostas, espuma, e areia.	16
Figura 6: Abundância de heterópteros nos igarapés da Reserva Florestal Adolpho Ducke, Amazonas, durante os períodos chuvoso e seco.	25
Figura 7: Número de espécies de heterópteros nos igarapés da Reserva Florestal Adolpho Ducke, Amazonas, durante os períodos chuvoso e seco.	26
Figura 8: Dendrogramas baseados na Análise de Agrupamento das 37 unidades amostrais nos períodos seco e chuvoso utilizando o índice de Sorensen e o índice de Bray-Curtis.	27
Figura 9: Projeção do método de escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) de 37 unidades amostrais nos períodos chuvoso e seco utilizando a distância de Sorensen.....	28
Figura 10: (a) Diagrama de ordenação da CCA: composição de 56 táxons de Gerromorpha e Nepomorpha (Heteroptera) em 37 igarapés amostrados na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Amazonas, Manaus e respectivas variáveis ambientais. (b) Diagrama de representação das espécies e suas abreviações conforme tabela 1... 38	38
Figura 11: Localização geográfica de Manaus, Amazonas.	53
Figura 12: Localização dos pontos de coleta nos igarapés urbanos de Manaus, com destaque para as microbacias do Tarumã, São Raimundo e Educandos.....	56
Figura 13: Imagens de igarapés urbanos de Manaus com diferentes tipos de perturbação ambiental.....	58
Figura 14: Coletor com rede entomológica aquática (Rapiché) em igarapé impactado.	59

Figura 15: Mesohabitats amostrados: macrófitas, banco de folhiços, kinon, raízes expostas, espuma, e areia.	60
Figura 16: Número de espécies de heterópteros aquáticos e semi-aquáticos nos igarapés urbanos de Manaus, Amazonas, durante os períodos de inundação (vazante, seca, enchente e cheia).....	71
Figura 17: Dendrogramas baseados na Análise de Agrupamento das 30 unidades amostrais nos períodos da vazante, seca, enchente e cheia utilizando o índice de Sorensen. (a) Igarapés não impactados (b) Igarapés impactados, separados por um ponto de corte em aproximadamente em 25%.....	72
Figura 18: Projeção do método de escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) de 30 unidades amostrais nos períodos da vazante, seca, enchente e cheia utilizando a distância de Bray-Curtis.	73
Figura 19: (a) Diagrama de ordenação da CCA: composição de 74 táxons de Gerromorpha e Nepomorpha (Heteroptera) em 30 igarapés amostrados na área urbana de Manaus e respectivas variáveis ambientais. (b) Diagrama de representação das espécies e suas abreviações conforme tabela 13.	85
Figura 20: Igarapés que apresentaram abundância zero durante os períodos de inundação.....	90

1 - INTRODUÇÃO

Os Heteroptera são o maior grupo e também o mais diverso dentre os insetos com metamorfose incompleta (Schuh & Slater, 1995), com representantes terrestres, semi-aquáticos e aquáticos que podem ser separados também em três grupos (Gerromorpha, Nepomorpha e Leptopodomorpha), com base na morfologia das antenas e nos habitats em que são encontrados (Nieser, 1975; Andersen, 1982; Schuh & Slater, 1995; Bouchard, 2004). Vivem sobre a lâmina superficial ou dentro d'água, geralmente associados a vários substratos e ambientes como plantas flutuantes e margens de coleções aquáticas. São basicamente predadores, com exceção de Corixidae que são principalmente coletores, alimentando-se de detritos (Merritt & Cummins, 1996; Polhemus, 1996).

Dentre as 950 mil espécies de insetos descritas (valor estimado) no mundo, encontramos 38 mil de Heteroptera, ocupando os habitats terrestres, semi-aquáticos e aquáticos (Schuh & Slater, 1995; Lewinsohn & Prado, 2005). Os Heteroptera Gerromorpha e Nepomorpha são bastante diversificados, com distribuição cosmopolita e hábitos semi-aquáticos e aquáticos (Nieser, 1975; Andersen, 1982; Schuh & Slater, 1995). No mundo são conhecidas 20 famílias contendo 4.429 espécies (Polhemus & Polhemus, 2008). Na região Neotropical são conhecidas cerca de 18 famílias, sendo 46 gêneros e 515 espécies de Gerromorpha, 52 gêneros e 732 espécies de Nepomorpha e, 7 gêneros e 42 espécies de Lepdopodomorpha totalizando 1.289 espécies, sendo então a região Neotropical a que apresenta maior diversidade de Heteroptera semi-aquáticos e aquáticos do mundo (Polhemus & Polhemus, 2008) (Tabela 1).

Tabela 1: Distribuição de Heteroptera (Gerromorpha e Nepomorpha) na região Neotropical (Modificado de Polhemus & Polhemus, 2008)

Gerromorpha		Nepomorpha	
Gerridae	141	Belostomatidae	111
Hebridae	31	Corixidae	152
Hydrometridae	37	Gelastocoridae	48
Macroveliidae	1	Helotrephidae	10
Mesoveliidae	15	Naucoridae	186
Veliidae	290	Nepidae	93
		Notonectidae	96
		Ochteridae	16
		Pleidae	12
		Potamocoridae	8
Riqueza total de espécies	515		732

No Brasil a distribuição de Gerromorpha e Nepomorpha é pouco conhecida, e a maioria dos trabalhos inclui pequenas revisões ou descrições de espécies novas (p.ex. Nieser & Melo, 1997; Ribeiro, 2007) e estudos sobre fauna regional, ecológicos e habitats são escassos (p.ex. Pereira, 2007a, b; Ribeiro *et al.*, 1998). Na região Norte do Brasil, alguns trabalhos enfocam famílias de heterópteros aquáticos (Drake & Harris, 1935; Drake & Carvalho, 1954; Godoy, 2007; Nieser, 1975; Mascarenhas, 1978; Polhemus, 1991; Polhemus & Polhemus, 1985, 1993; Polhemus & Spangler, 1989, 1995; Spangler & Froeschner, 1987; Sampaio & Py-Daniel, 1993; Pereira *et al.*, 2007 a,b; Pereira & Melo, 2007; Ribeiro & Alecrim, 2008; Moreira *et al.*, 2008).

Nos municípios de Presidente Figueiredo e Manaus, Amazonas, muitos trabalhos foram desenvolvidos com insetos aquáticos nos últimos anos. Estes estudos trazem um conjunto de informações que podem ser utilizadas para avaliar os impactos ambientais ocorridos nessas áreas. São trabalhos sobre Chironomidae (Diptera) (Fittkau, 2001; Serpa-Filho *et al.*, 2007; Walker, 1998), Coleoptera (Benetti & Hamada, 2003), Ephemeroptera (Braga, 1979; Salles & Molineri, 2006), Megaloptera (Azevedo & Hamada, 2006, 2007), Odonata (Delgado, 1996; Hamada & Oliveira, 2003; Mesquita, 1992; Neiss *et al.*, 2008), Plecoptera (Bobot & Hamada, 2002; Ferreira, 1996; Hamada & Couceiro, 2003), Diptera: Culicidae (Ferreira *et al.*,

2003) ; Simuliidae (Alencar *et al.*, 2001; Alvan-Aguilar *et al.*, 2005; Dellome Filho, 1978; Gorayeb, 1978; Hamada, 1989, 1993; Hamada & McCreadie, 1999; Hamada & Adler, 2001; Hamada *et al.*, 2002; Hamada *et al.*, 2006, 2008; Scarpassa & Hamada, 2003), Trichoptera (Pes, 2001; Pes & Hamada, 2003; Pes *et al.*, 2005, 2008) e fauna aquática em geral (Couceiro *et al.*, 2006a, b, c, 2007; Gondim, 1984; Freitas, 1994; Penã, 1996; Silva *et al.*, 2008).

Pela grande diversidade de espécies, o uso de macroinvertebrados bentônicos vem sendo reconhecido como um dos melhores instrumentos para avaliar a qualidade ambiental dos riachos e rios principalmente por permanecerem longos períodos no sedimento (Alba-Tercedor, 1996; Buss *et al.*, 2002), e apresentam a vantagem da maioria destes grupos requererem um tempo curto após a interferência no ambiente para recolonizarem a área perturbada. Além disso, o grupo apresenta grande diversidade de espécies, grande gama de tolerância e espectro de respostas diante de diferentes níveis de contaminação (Lenat & Barbour, 1990; Alba-Tercedor, 1996).

Em Johnson *et al.*, (1993) sugere que a comunidade de macroinvertebrados bentônicos é vista como boa indicadora ambiental por causa de suas características ecológicas, como, por exemplo, sólida taxonomia e reconhecimento fácil pelo não especialista; distribuição cosmopolita; abundância de indivíduos; baixa variabilidade genética e ecológica; são organismos grandes; apresentam mobilidade reduzida e história de vida relativamente longa; características ecológicas bem conhecidas; adequados para uso em estudos laboratoriais.

Os macroinvertebrados sofrem influências diferentes quanto à poluição orgânica, sendo alguns típicos de ambientes integros (p. ex. ninfas de Plecoptera e larvas de Trichoptera), alguns tolerantes (p. ex. alguns Heteroptera e Odonata) outros resistentes (p. ex. alguns Chironomidae) (Callisto *et al.*, 2001). Ocorre também uma diminuição do número de espécies de insetos com o aumento da poluição orgânica, porém algumas espécies podem se beneficiar da oferta alimentar e da ausência de competição e predação aumentando sua densidade. Porém, poucos insetos aquáticos sobrevivem a cargas muito altas de matéria orgânica, que resultam em redução de oxigênio, mas algumas espécies que respiram ar atmosférico podem estar presentes (Hynes, 1960; Wiederholm, 1984).

Os impactos humanos modificam os recursos disponíveis e eliminam comunidades, influenciando diretamente na função dos ecossistemas (Matos *et al.*,

1999). Para observar os efeitos da ação antrópica, pode-se utilizar variáveis físicas, físico-químicas e químicas da água, além de comunidades bióticas, pois esses refletem a integridade ecológica dos ecossistemas (Goulart & Callisto, 2003; Figueroa *et al.*, 2003). Um monitoramento ambiental baseado em comunidades biológicas é uma importante abordagem, devido a sensibilidade de muitos organismos aos impactos antropogênicos e fornecem indicações das condições passadas, assim como de condições atuais do ambiente (Resh *et al.*, 1996; Roque & Trivinho-Strixino, 2000).

O ambiente físico de águas correntes apresenta características que propiciam desafios especiais aos organismos que vivem nesses locais (Allan, 1995), e sua distribuição acontece de acordo com as características do substrato e a vazão (Merritt & Cummins, 1996). Whitton (1975) e Nessimian *et al.*, (1998) relatam que a distribuição dos organismos está relacionada à zonação dos rios e que os fatores que têm importância ecológica e que sofrem mudança gradativa nos seus valores são: velocidade da correnteza, substrato, alimento, temperatura, oxigênio dissolvido e demais organismos.

Poluição e desmatamento são dois fenômenos que afetam a saúde de rios. Há muito tempo, os efeitos da poluição em sistemas aquáticos e insetos, vem sendo comunicados pela comunidade científica (Hynes, 1960; Williams & Feltnate, 1992). Os vários impactos antropogênicos sobre ambientes aquáticos têm sido responsáveis pelo decréscimo da qualidade ambiental e diminuição da riqueza e abundância de espécies nas bacias hidrográficas de grande importância no território brasileiro (Callisto *et al.*, 2002; Moreno & Callisto, 2006).

Os efeitos da poluição sobre as comunidades de Heteroptera aquáticos e semi-aquáticos são pouco conhecidos (Heliövaara & Väisänen, 1993), mas já se sabe que uma grande parte dos heterópteros aquáticos é tolerante a determinados graus de alterações ambientais. Os relatos, na literatura, sobre a influência da ação antrópica utilizando exclusivamente heterópteros aquáticos na região amazônica são inexistentes. O estudo sobre a distribuição de Heteroptera em áreas de igarapés urbanos pode ser utilizado como ferramenta para avaliar as condições ecológicas dos rios. Os Heteroptera são insetos, na sua maioria, cosmopolitas, vivem em uma diversidade de habitats muito grande, comparado com o número de espécies

descritas (Schuh & Slater, 1995) e necessitando mais estudos sobre fauna regional, ecológicos e habitats desse grupo.

A eliminação de esgotos domésticos em cursos de água afeta a produtividade do sistema porque aumenta as concentrações de matéria orgânica, reduzindo a quantidade de oxigênio dissolvido e conduzindo ao crescimento excessivo de algas provocando mudanças na estrutura da comunidade (Sant'anna *et al.*, 2007).

Efluentes industriais têm um efeito negativo tanto na riqueza taxonômica quanto na abundância de comunidades de macroinvertebrados porque reduzem a qualidade da água (Nedeau *et al.*, 2003). Corpos d'água que sofrem poluição industrial geralmente são caracterizados por altas densidades de Chironomidae e ausência de Ephemeroptera e Plecoptera (Williams & Feltmate, 1992).

Além de a poluição influir nos sistemas hídricos, o desmatamento também pode influenciar. Riachos e rios de florestas tropicais são anualmente afetados pelo desmatamento da ordem de 5×10^5 km, desencadeando um aumento da entrada dos sedimentos, alterações na disponibilidade de recursos alimentares básicos, aumento da insolação e da temperatura da água desses habitats (Benstead *et al.*, 2003). Esta degradação do ambiente através do desmatamento atua na presença da comunidade de macroinvertebrados aquáticos reduzindo a sua diversidade.

O impacto causado pela urbanização e expansão metropolitana, tem sido relacionada a problemas ambientais graves, especialmente aqueles relacionados com a degradação da qualidade da água, alterações das condições dos habitats e da biota existente nos córregos (Brown, *et al.*, 2005b; Gregory & Bryant, 2003). A decorrente mudança de hábitos devido à urbanização, acarretam na condução da água por um sistema de escoamento pluvial eficiente, esgotos sanitários, água servida das residências e efluentes industriais a serem jogados nos córregos urbanos sem nenhum tratamento prévio. Talvez nenhum outro ecossistema tenha sido modificado tão significativamente pela atividade humana quanto os rios e córregos (Allan, 1995). Ocorrem profundas mudanças nos córregos urbanos, muitas vezes alterando, por exemplo, o fluxo, o tamanho, o substrato, a mata ciliar, a qualidade da água, provocando erosão e sedimentação, além de alterar a biota com aumento de organismos tolerantes (Ladson, 2004). Essas mudanças não são homogêneas, os peixes e os macroinvertebrados podem responder de forma diferente a graus semelhantes de impacto urbano (Cottingham *et al.*, 2004).

O crescimento urbano das capitais brasileiras nas últimas décadas não foi acompanhado de uma política adequada de saneamento básico e em Manaus não foi diferente. A Reserva Florestal Adolpho Ducke é uma das maiores áreas de mata nativa em ambiente urbano do mundo, e sofre com os efeitos da expansão da cidade de Manaus. Os igarapés urbanos e próximos aos limites da reserva são usados para despejo de esgotos domésticos e industriais, assim como balneários e áreas para pesca afetando as comunidades aquáticas presentes. O desmatamento da mata ciliar nesses igarapés retira a vegetação local, que de acordo com Junk (1980), é um importante habitat para invertebrados aquáticos, além de diminuir a entrada de material alóctone no curso d'água.

Neste estudo há dois capítulos, o primeiro discorre sobre a fauna de Gerromorpha e Nepomorpha (Heteroptera) presentes nos igarapés amazônicos situados em áreas de floresta. O segundo capítulo relata heterópteros presentes e em áreas urbanizadas com diferentes graus de ação antropogênica.

2 – OBJETIVOS

2.1 - Objetivo geral:

Conhecer a composição, diversidade e distribuição de Nepomorpha e Gerromorpha (Heteroptera) em igarapés da Amazônia Central e verificar os efeitos da poluição e do desmatamento sobre essa comunidade.

2.2 - Objetivos específicos:

- Verificar se a composição e a riqueza de Gerromorpha e Nepomorpha variam entre os períodos de seca e chuva na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas;
- Verificar se a composição e a riqueza de Gerromorpha e Nepomorpha variam entre os períodos sazonais amostrados nos igarapés urbanos de Manaus, Amazonas;
- Identificar espécies de Gerromorpha e Nepomorpha ocorrentes em igarapés sob impacto antropogênico e não impactados;
- Analisar a ocorrência de Gerromorpha e Nepomorpha entre os meso-habitats nos igarapés da Reserva F. A. Ducke e nos igarapés urbanos de Manaus, Amazonas;
- Verificar a relação entre fatores ambientais e riqueza de Gerromorpha e Nepomorpha nos igarapés estudados;
- Verificar se fatores ambientais estão relacionados com a composição de Gerromorpha e Nepomorpha nos igarapés estudados;

CAPÍTULO 1

COMPOSIÇÃO E RIQUEZA DAS COMUNIDADES DE GERROMORPHA E NEPOMORPHA (INSECTA: HETEROPTERA) NA RESERVA FLORESTAL ADOLPHO DUCKE, MANAUS, AMAZONAS, EM DIFERENTES PERÍODOS DO ANO.

1 – INTRODUÇÃO

Os heterópteros são um grupo de insetos com ampla distribuição e de interesse médico e econômico. A grande maioria das suas espécies é terrestre, mas muitos deles apresentam íntima relação com a água. Vivem em uma variedade de habitats, ambientes lênticos ou lóticos, dulcícola ou marinho, em bromélias tanque, buracos de árvores e outros (Andersen, 1982; Schuh & Slater, 1995). Corixidae é a única família de heteróptero aquático que se alimenta de algas e detritos, todos os outros heterópteros são predadores de artrópodes, moluscos, oligoquetos e outros invertebrados (Bachmann & Mazzucconi, 1995)

Na região Neotropical são 18 famílias aquáticas e semi-aquáticas (Polhemus & Polhemus, 2008). Gerromorpha e Leptopodomorpha apresentam hábitos semi-aquáticos e Nepomorpha apresenta hábitos aquáticos (Schuh & Slater, 1995). Como exemplo, Saldidae habita as margens de locais úmidos, Gelastocoridae e Ochteridae vivem em areia nas margens ensolaradas de coleções aquáticas, Hydrometridae, Mesoveliidae, e alguns Veliidae vivem sobre algas ou plantas flutuantes, Gerridae e muitos Veliidae percorrem a superfície das águas, Nepidae e Belostomatidae, Naucoridae, Notonectidae e Corixidae se locomovem por toda a coluna d'água (Hungerford, 1919).

Com relação aos habitats de macroinvertebrados, muitos insetos de riachos ficam restritos a porções laterais e ocasionalmente são deslocados rio abaixo por deriva (Waters, 1972), juntamente com material alóctone inserido da vegetação adjacente e ocupando novos habitats. Rosado *et al.*, (2009) encontrou

macroinvertebrados aquáticos associados a macrófitas. Algumas espécies de heteroptera semi-aquáticos e aquáticos demonstram preferência por habitats. Espécies de Corixidae apresentam associação com a química da água e a presença de vegetação marginal (Hufnagel *et al.*, 1999). Já Walker (2007) observou relação de heteroptera (Belostomatidae, Corixidae e Notonectidae) com a macrófita *Eichhornia crassipes*.

Na região amazônica, muitos estudos relacionados a insetos aquáticos foram realizados nos últimos anos. Os trabalhos de Pes (2001, 2005), Serpa Filho (2004), Ferreira (1996, 2003), apresentam resultados de insetos que tem pelo menos uma fase da vida no ambiente aquático. Os estudos de Hamada (1989), Azevedo (2003), Vásquez (1996), Pereira (2004) e Ribeiro (2004) foram desenvolvidos com o mesmo assunto na Reserva F. A. Ducke. Na região Norte do Brasil, alguns trabalhos sobre a distribuição geográfica e taxonomia enfocaram famílias de heterópteros aquáticos sem, entretanto, enfatizarem a influência do aspecto antropogênico (Drake & Harris, 1935; Drake & Carvalho, 1954; Godoy, 2007; Nieser, 1975; Mascarenhas, 1978; Polhemus, 1991; Polhemus & Polhemus, 1985, 1993; Polhemus & Spangler, 1989, 1995; Spangler & Froeschner, 1987; Sampaio & Py-Daniel, 1993; Pereira *et al.*, 2007 a,b; Pereira & Melo, 2007; Ribeiro & Alecrim, 2008; Moreira *et al.*, 2008).

As florestas pluviais tropicais ocupam apenas 6% da superfície terrestre do planeta, mas apresentam mais da metade das espécies de organismos da terra (Myers, 1988; Wilson, 1994). A região amazônica como parte dessas florestas, apresenta grande riqueza de grupos animais e vegetais (Penny & Arias, 1982), e um potencial enorme para o estudo de diversos grupos animais. Inventariar esses grupos através da riqueza taxonômica, que é a forma mais estudada da biodiversidade, contribui como uma resposta da comunidade, funcionando como indicadora das condições de um ecossistema (Kennedy & Smith, 1995; Matos *et al.*, 1999).

Na região de Manaus, Amazônia Central, a precipitação anual pode atingir 2.100 mm e não é distribuída igualmente o ano inteiro, provocando dois períodos distintos, uma época chuvosa e uma época seca (Junk, 1980). As comunidades de invertebrados variam com as estações do ano e com a posição espacial dentro de riachos (Matthews *et al.*, 1991). Muitos pesquisadores reconhecem a precipitação como uma variável climatológica das mais importantes na região tropical (Moraes *et al.*, 2005). O período de chuvas na região amazônica atinge o seu pico de janeiro a

abril, e da estação seca de junho a agosto (Marengo *et al.*, 2001). Vários trabalhos relacionam a influência da sazonalidade sobre a estrutura dos organismos aquáticos (p.ex. Ribeiro & Uieda, 2005; Ferreira & Rafael, 2006).

A população urbana do mundo está aumentando em um ritmo muito elevado. É provável que nos próximos 30 anos continue a expansão das atuais áreas urbanas (Brown *et al.*, 2005b). Ecossistemas de água doce são particularmente vulneráveis porque as populações humanas são concentradas perto de áreas navegáveis (Sala *et al.*, 2000). Com o crescimento da população humana, os seus efeitos sobre os ecossistemas aquáticos, tem aumentado a importância da biota aquática, dependente dos recursos hídricos (Brown *et al.*, 2005a; Naiman *et al.*, 1995).

O crescimento acentuado de Manaus depois da implantação do complexo industrial na década de 1960 acarretou uma forte degradação ambiental (Cleto Filho & Walker, 2001). As margens dos igarapés urbanos tornaram-se fortemente povoadas. O crescimento da população na área urbana de Manaus nos últimos anos ocasionou grandes alterações em seu espaço físico, poluição dos igarapés e perda da biodiversidade (Nogueira, *et al.*, 2007). Os igarapés urbanos são diariamente poluídos por água servida das residências, esgotos domiciliares e resíduos industriais.

A Reserva Florestal Adolpho Ducke, uma das maiores áreas de mata nativa em ambiente peri-urbano (Ribeiro *et al.*, 1999), também sofre os efeitos da expansão da cidade de Manaus, devido ao surgimento cada vez mais intenso de moradias irregulares principalmente nos seus limites sul e oeste. Grande parte das moradias de Manaus está localizada próxima de áreas de preservação permanente.

O objetivo desse trabalho é caracterizar a fauna de Gerromorpha e Nepomorpha, quanto à composição e à estrutura, verificar sua distribuição espacial (meso-habitats) e diferenças entre os períodos seco e chuvoso, além de relacionar composição e estrutura da fauna de heterópteros com variáveis ambientais nos igarapés da Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Área de Estudo

As coletas foram realizadas em março/abril e julho/agosto de 2004 em 37 igarapés nas estações chuvosa e seca, na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas (Figura 1).

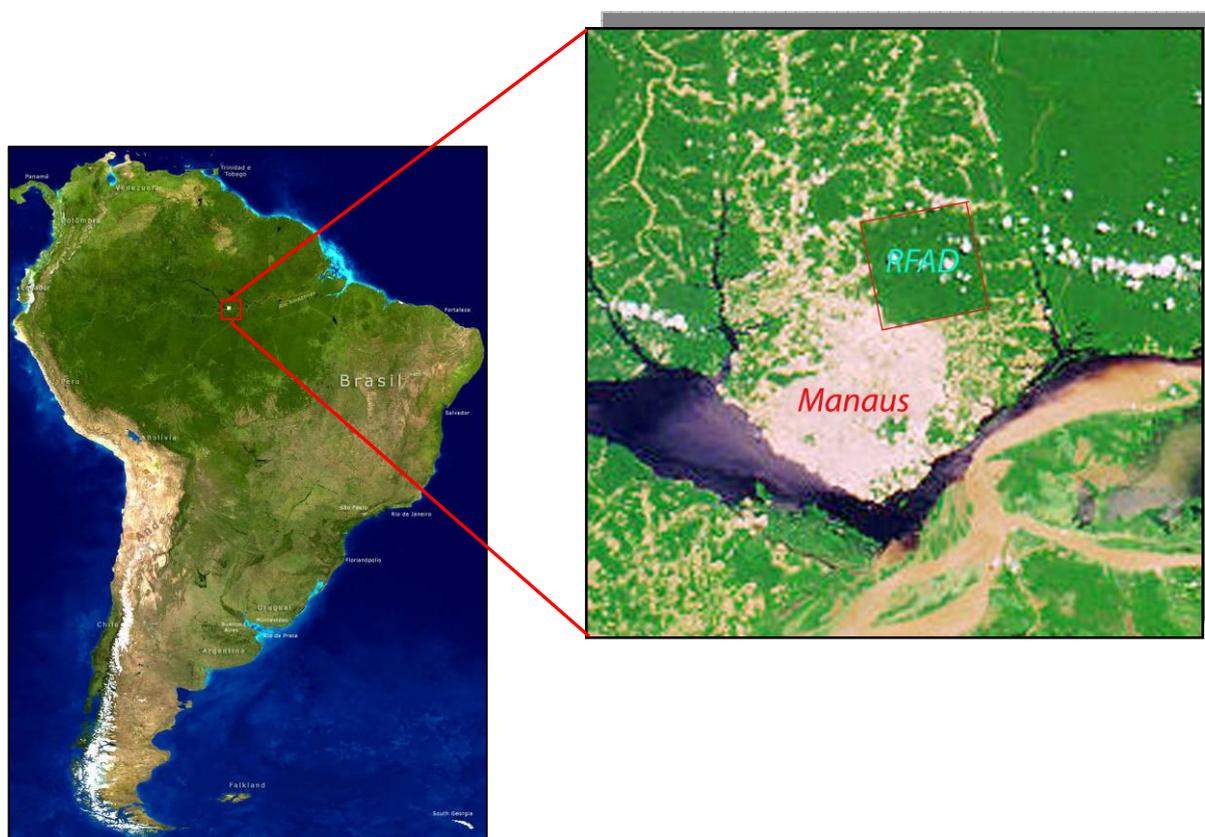


Figura 1: Localização geográfica de Manaus e da Reserva Florestal Adolpho Ducke (RFAD), Amazonas. Modificado de <http://www.guiageo-americas.com>.

2.1.1 – Município de Manaus

Localizada na região Norte do Brasil, Manaus, a capital do Estado do Amazonas tem acesso principal por via fluvial ou aérea. Está localizada na margem esquerda do rio Negro e possui área urbana de 377 km² (Rovere *et al.*, 2002) com uma concentração de 74,92% da população na área urbana (1.646.602 habitantes) (IBGE, 2008). A área urbana de Manaus situa-se a 03°07' de latitude Sul e 59°57' de longitude Oeste, com área territorial de 11.159 km² (Prefeitura de Manaus, 2008).

Manaus apresenta altitude variável entre 25m acima do nível do mar (zona portuária) e cotas superiores a 100m (áreas próximas ao aeroporto Eduardo Gomes). Seu clima é equatorial úmido, temperatura média/dia/anual de 26,7 °C com variações média/dia de 23,3°C e 31,4°C. A umidade relativa do ar fica em torno de 80% e a média/dia de precipitação anual, de 2.100mm. A região possui apenas duas estações, chuvosa (inverno) de dezembro a maio, período em que a temperatura é mais amena, porque chove quase que diariamente. A outra é a seca ou menos chuvosa (verão), de junho a novembro, período de sol intenso e temperatura elevada, em torno de 38°C, chegando a atingir, no mês de setembro, em torno de 40°C. Neste período costumam ocorrer fortes pancadas de chuva de pouca duração (Prefeitura de Manaus, 2008).

2.1.2 - Igarapés da Reserva Florestal Adolpho Ducke

O estudo foi desenvolvido em 37 igarapés localizados na Reserva Florestal Adolpho Ducke. A Reserva, de propriedade do INPA, localiza-se na rodovia AM-010 km 26, estrada Manaus-Itacoatiara (Figuras 2, 3 e Tabela 2). Tem uma área de 100 km² e está situada na periferia de Manaus (Ribeiro *et al.*, 1999). Sua área está compreendida entre as coordenadas 59°52'40" e 59°58'00" de longitude Oeste e 03°00'00 e 03°08'00 de latitude Sul (Alencar, 1994).

No geral, o solo encontrado nesta área é o latossolo amarelo (Ribeiro *et al.*, 1999). O relevo é ondulado com uma variação altitudinal de 80 m entre os platôs e as partes mais baixas. O platô (marrom-escuro no mapa) ocorre em poucos locais,

predominando a paisagem dissecada. No sentido norte-sul, o platô central é o divisor de águas entre duas bacias hidrográficas, a oeste, drenam os afluentes do igarapé do Tarumã (Barro Branco, Acará e Bolívia), cuja foz encontra o rio Negro nas proximidades da Ponta Negra, a única praia urbana de Manaus. Para leste drenam os igarapés do Tinga, Ubere e Ipiranga, que são afluentes do igarapé do Puraquequara, o qual é afluente direto do rio Amazonas, a jusante de Manaus. À exceção de um pequeno igarapé na porção sudoeste da Reserva, que nasce no ambiente urbano e têm água poluída, os demais corpos d'água nascem dentro da área de reserva e têm águas negras ou claras (Ribeiro *et al.*, 1999). A vegetação da Reserva é floresta de “terra-firme”, esse termo se aplica a todas as florestas que não são sazonalmente inundadas pela cheia dos rios.

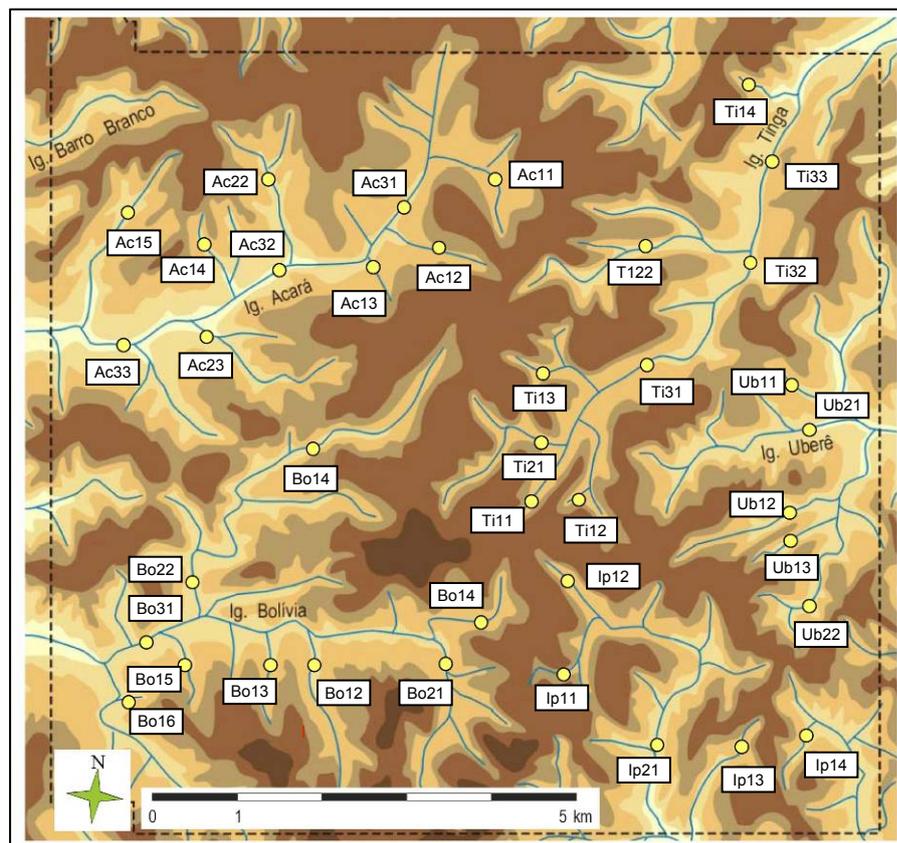


Figura 2: Localização dos pontos de coleta na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas. Modificado de Ribeiro *et al.* 1999 e Mendonça 2002.

Tabela 2: Numeração dos pontos de coleta, símbolo do igarapé, bacia e ordem dos igarapés na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas.

Igarapé	Símbolo do igarapé	Bacia	Ordem
1	AC-11	Acará	Primeira
2	AC-12	Acará	Primeira
3	AC-13	Acará	Primeira
4	AC-14	Acará	Primeira
5	AC-15	Acará	Primeira
6	AC-22	Acará	Segunda
7	AC-23	Acará	Segunda
8	AC-31	Acará	Terceira
9	AC-32	Acará	Terceira
10	AC-33	Acará	Terceira
11	BO-11	Bolívia	Primeira
12	BO-12	Bolívia	Primeira
13	BO-13	Bolívia	Primeira
14	BO-14	Bolívia	Primeira
15	BO-15	Bolívia	Primeira
16	BO-16	Bolívia	Primeira
17	BO-21	Bolívia	Segunda
18	BO-22	Bolívia	Segunda
19	BO-31	Bolívia	Terceira
20	IP-11	Ipiranga	Primeira
21	IP-12	Ipiranga	Primeira
22	IP-13	Ipiranga	Primeira
23	IP-14	Ipiranga	Primeira
24	IP-21	Ipiranga	Segunda
25	TI-11	Tinga	Primeira
26	TI-12	Tinga	Primeira
27	TI-13	Tinga	Primeira
28	TI-14	Tinga	Primeira
29	TI-21	Tinga	Segunda
30	TI-22	Tinga	Segunda
31	TI-31	Tinga	Terceira
33	TI-33	Tinga	Terceira
34	UB-11	Uberê	Primeira
35	UB-13	Uberê	Primeira
36	UB-21	Uberê	Segunda
37	UB-22	Uberê	Segunda



Figura 3: Aspecto de alguns igarapés da Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas.

2.2 - Metodologia de Campo

As coletas de heterópteros aquáticos foram realizadas com auxílio de redes entomológicas aquáticas (rapichés) (Figura 4), confeccionadas com haste de alumínio, lona e nylon com malha de $0,4\text{mm}^2$, adequadas para captura de insetos habitantes do plêuston, nécton e associados à vegetação marginal. Os insetos foram coletados em um transecto de 50m de jusante para montante, nas duas margens. O tempo de coleta foi aproximadamente 1h e 30 min. Os insetos foram acondicionados em diferentes frascos e etiquetados de acordo com as características do local (meso-hábitats) e, fixados em álcool etílico a 80%.



Figura 4: Coletor com rede entomológica aquática (rapiché) em igarapé da Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, AM.

Os meso-hábitats amostrados foram, macrófitas, bancos de folhiço, kinon, raízes expostas, espuma formada pela movimentação das águas nas cachoeiras e corredeiras, e areia a margem das coleções aquáticas. As macrófitas são plantas aquáticas que fornecem um importante abrigo para insetos predadores; kinon constituído por um conjunto de folhas caídas, ramos, caules, cascas, frutos e organismos aquáticos depositados as margens das coleções aquáticas que foram deslocados por deriva (Fittkau, 1977); e a espuma é formada pela movimentação das águas nas cachoeiras e corredeiras (Figura 5). Nestes locais os insetos encontram alimento, refúgio, local de acasalamento, entre outros.



Figura 5: Meso-habitats amostrados: macrófitas (a), bancos de folhiço (b), kinon (c), raízes expostas (d), espuma (e), e areia (f).

2.3 - Parâmetros ambientais

Os parâmetros abióticos como pH, condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$), oxigênio dissolvido (mg/l), temperatura ($^{\circ}\text{C}$), velocidade (m/s), largura(m), profundidade (m), foram utilizados de Mendonça (2002). Essa metodologia está transcrita a seguir. “A largura média do canal (m) foi calculada a partir da média de seis medidas equidistantes (10m) ao longo do trecho determinado. A profundidade média do canal (m) e profundidade máxima média (m) foram calculadas a partir de sondagens a cada 10 cm em seis transectos transversais ao longo do trecho, iniciando a 10 cm da margem. A velocidade da corrente (m/s) foi determinada pela média entre três pontos dispostos no centro do canal, medida no meio da coluna d’água, utilizando um fluxímetro (General Oceanics, mod. 2030, hélice para baixa velocidade, mod. R2). O potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$) foram determinados com potenciômetro/condutímetro portátil (Aqua-Check™ Water Analyzer Operator, O.I. Analytical). O oxigênio dissolvido (mg/l) e temperatura ($^{\circ}\text{C}$) foram determinados com oxímetro/termômetro portátil (Yellow Springs Ints., modelo 58)”.

2.4 - Identificação da Heteropterofauna

O estudo taxonômico dos heterópteros coletados foi baseada em Andersen (1982), Nieser (1975), Nieser & Melo (1997), Pereira *et al.*, (2007a) e trabalhos taxonômicos específicos. Os insetos utilizados como referência testemunho foram depositados nas coleções entomológicas do INPA e do Instituto de Ciências Biológicas da UFMG (DPIC).

2.5 - Análise dos dados

Todas as análises estatísticas utilizadas tiveram o grau de significância de 5%.

O teste T pareado foi usado para comparar valores de abundância de heterópteros nos igarapés da Reserva F. A. Ducke nos períodos chuvoso e seco (Legendre & Legendre, 1998).

Com o objetivo de visualizar a estrutura da comunidade e reunir em um mesmo grupo, conjuntos similares, foram feitos dendrogramas a partir de análises de agrupamento e ordenação das amostras pelo método de escalonamento multidimensional não métrico (NMDS).

Nos agrupamentos, os dendrogramas da composição de espécies de heterópteros foram analisados utilizando os índices de similaridade de Sorensen (presença/ausência) e Bray-Curtis (abundância) entre os locais amostrados e os períodos chuvoso e seco. Esses dois métodos foram selecionados porque são métodos complementares.

Os índices de similaridades são tipos de índices de diversidade expresso por um único número e que não representam a composição total de uma comunidade, mas permitem dimensionar a riqueza, a igualdade e a diversidade nos diferentes ambientes estudados (Kennedy & Smith, 1995; Matos *et al.*, 1999). Esses índices são utilizados para estimar a β -diversidade, tanto para dados qualitativos quanto para dados quantitativos (Magurran, 1988). Sorensen é um coeficiente de similaridade binário (presença/ausência) que exclui as duplas-ausências e valoriza a ocorrência simultânea de duas espécies (Valentin, 1995). Bray-Curtis é um coeficiente de distância que também exclui as duplas-ausências e é fortemente influenciado pelas espécies dominantes; as espécies raras têm pouco valor (Valentin, 2000). As fórmulas dos índices de similaridade de Sorensen e Bray-Curtis estão relacionadas abaixo:

$$\text{Sorensen} = \frac{2a}{2a + b + c} \quad \text{Bray-Curtis} = \frac{b + c}{2a + b + c}$$

onde **a** é o número de espécies comuns às duas amostras (A e B), **b** e **c** sendo o número de espécies ocorrendo em uma ou outra amostra, ou seja, **b** é o número de espécies na amostra B, mas não em A, **c** é o número de espécies na amostra A, mas não em B.

Nas ordenações, o método de Escalonamento Multidimensional não Métrico (“Non-metric Multi Dimensional Scaling”- NMDS) foi utilizado para ordenar a composição de espécies de heterópteros através do índice de similaridade de Sorensen entre os locais amostrados e os períodos chuvoso e seco.

NMDS é uma análise exploratória para projeção de distâncias, usadas para explorar visualmente similaridades ou dissimilaridades, tendo o diferencial de outras análises por objetivar análises de regressão com o maior ajuste entre a matriz original de distâncias (Bertan, *et al.*, 2006; Ortega *et al.*, 2005). Esse maior ajuste da regressão ou minimização reflete o “stress” gerado pela representação gráfica de uma variável multidimensional quando traduzida para uma escala bidimensional na forma de eixos cartesianos (Leal Neto, 2007; Tavares, 2004).

Associações entre a ocorrência de Gerromorpha e Nepomorpha e os meso-habitats nos igarapés da Reserva F. A. Ducke foram verificadas através da Análise de Espécies Indicadoras (“Indicator Species Analysis”-ISA) de Dufrene & Legendre (1997) e testados com 1000 repetições no teste de Monte Carlo (McCune & Mefford, 1997). As espécies escolhidas como indicadoras das condições ambientais nos meso-habitats apresentaram o maior índice da “Análise de Espécies Indicadoras” para os substratos e a significância do teste de Monte Carlo com $p < 0,05$. Esse teste calcula valores para espécies indicadoras em cada grupo de unidades amostrais escolhido anteriormente, combinando informações sobre abundância relativa e frequência relativa das espécies analisadas.

A Análise de Correspondência Canônica (ACC) foi realizada para verificar quais parâmetros abióticos são mais importantes para explicar a variação na composição de Gerromorpha e Nepomorpha nos igarapés estudados. A ACC é um tipo de técnica de ordenação comumente utilizada na ecologia para análise de dados de espécies (presença-ausência ou abundância) (Legendre & Legendre, 1988) que preserva a distância do qui-quadrado que é usada para determinar as relações entre fileiras e colunas, além desse coeficiente excluir as relações duplos-zeros. É uma ferramenta padrão de ordenação para a descoberta e quantificação das associações entre dois conjuntos de variáveis (Härdle & Simar, 2003) onde o

resultado do diagrama de ordenação apresenta as amostras, as espécies e os parâmetros ambientais. As espécies são distribuídas próximas às amostras que possuem maior abundância, e distanciadas das amostras onde suas abundâncias são insignificantes (Ter Braak, 1987). O tamanho dos vetores no espaço dimensional representa os parâmetros ambientais, onde vetores menores apresentam menor correlação ao eixo de ordenação do que aqueles representados por eixos maiores (Ter Braak, 1987).

Para verificar a relação dos parâmetros abióticos com a riqueza de Gerromorpha e Nepomorpha nos igarapés estudados foram utilizados índices de diversidade e regressões múltiplas.

Estimou-se a α -diversidade de cada habitat como a riqueza média de espécies nos locais amostrados através de diferentes índices. Segundo Magurran (1988), índices de diversidade provêm uma alternativa adequada para as medidas de diversidade. Ocorre uma variedade de índices de diversidade, mas os índices de Shannon-Wiener (Shannon & Weaver, 1949; Wiener, 1948) junto com o de Simpson (Simpson, 1949), são os índices de diversidade mais populares e que melhor representam as condições estudadas (Izsak & Papp, 2000; Lydy *et al.*, 2000; Washington, 1984). O índice de Shannon-Wiener enfatiza a riqueza e homogeneidade e considera que todas as espécies estão representadas na amostra. Já o índice de Simpson, destaca a abundância das espécies mais comuns (Bueno *et al.*, 2003; Magurran, 1988; Matos *et al.*, 1999). Abaixo estão representadas as fórmulas dos índices de Shannon-Wiener e Simpson:

$$\text{Shannon-Wiener} \quad H' = -\sum_{i=1}^s (p_i)(\log_e p_i) \quad \text{Simpson} \quad D = \sum_{i=1}^s (p_i^2)$$

onde S é o número de espécies e p_i é a proporção da espécie i na comunidade.

A equitatividade foi medida através do índice de Pielou (1966) e calculada de acordo com Ludwig & Reynolds (1988). Os índices de riqueza valorizam as espécies raras enquanto o índice de equitabilidade dá maior ênfase às espécies comuns, refletindo o grau de dominância de espécies em uma comunidade, ou melhor,

definindo a capacidade de uma comunidade quanto à uniformidade de distribuição de espécies ou suas abundâncias relativas (Araújo, 1998; Martins & Santos, 1996).

A fórmula do índice de equitatividade de Pielou (1966) está relacionada abaixo:

$$J' = \frac{H'}{H_{\max}}$$

onde J' é o índice de Pielou, H' é o índice de Shannon-Wiener e H_{\max} é a diversidade máxima.

Foi utilizada a Análise de Regressão Múltipla com o objetivo de verificar a relação dos parâmetros abióticos com a riqueza de heterópteros nos igarapés da Reserva F. A. Ducke. A Análise de Regressão Múltipla é um tipo de associação onde é possível verificar a associação entre as séries de dados. As relações entre uma ou diversas variáveis independentes ou exploratórias (X_1, X_2, \dots, X_k) e valores de uma variável dependente ou resposta (Y) representadas num diagrama de dispersão (Legendre & Legendre, 1998). Uma das mais importantes aplicações da análise de regressão múltipla é a escolha, entre diversas variáveis independentes, daquelas mais úteis na previsão de Y (Lourenço e Landim, 2004).

Para as análises de ordenação e regressão, os dados das variáveis ambientais, de riqueza e composição foram transformados segundo a fórmula “(valor-média)/desvio padrão” e os dados de abundância foram transformados pela fórmula “log(valor+1)”.

Visando diminuir o efeito de coletas de pontos amostrais em locais diferentes, deixando todas as amostras com o mesmo tamanho, a riqueza de espécies por local amostrado foi obtida pelo método da rarefação, sendo a linha de corte o número de 16 indivíduos ($n = 16$). A Rarefação tem sido considerada um instrumento adequado para a definição da estrutura da comunidade (Hwiew & Lung-An, 1998), pois calcula o número de espécies esperado se todas as amostras tiverem o mesmo tamanho, visando retirar o efeito da amostragem (Magurran, 1988).

Para as análises foram usados os programas: Past 1.4 (Hammer *et al.*, 2001), PC-ORD 4 (McCune & Mefford, 1999) e STATISTICA 6.0 (StatSoft, 2001)

3 - RESULTADOS

3.1 - Riqueza e composição das comunidades de Heteroptera

Nos igarapés da Reserva Florestal Adolpho Ducke foram identificados 1631 espécimes de Heteroptera (Gerromorpha e Nepomorpha) (Tabela 3). Nesse total encontrou-se 24 espécies e 19 morfótipos distribuídos em 20 gêneros e 10 famílias. Todas as espécies identificadas já foram relatadas em literatura específica, com exceção de 16 espécies que foram morfotipadas e serão melhor estudadas porque possuem caracteres não contemplados nas chaves taxonômicas existentes, tendo grandes chances de serem espécies ainda não descritas {uma espécie de *Hebrus* (Hebridae), *Hydrometra* (Hydrometridae), *Limnocoris* (Naucoridae), *Platyvelia* (Veliidae), *Ovatametra* e *Trepobates* (Gerridae); duas espécies de *Paravelia*, três de *Rhagovelia* e cinco espécies de *Microvelia* (Veliidae)}.

Na tabela 3 listou-se as espécies descritas e os morfótipos, dentre as quais destacamos as espécies com maior porcentagem, pertencendo a três famílias diferentes. Gerridae apresentando *Brachymetra lata* com 21,6% e *Cylindrostethus palmaris* com 3,8%. Notonectidae representado somente com *Martarega gonostyla* com 4,9%. Veliidae apresentando a maioria das espécies com maior porcentagem, *Microvelia hinei* (12,4%), *Rhagovelia amazonensis* (9,3%), *Stridulivelia strigosa* (8,3%), *Stridulivelia transversa* (7,1%), *Rhagovelia evides* (6,1%), *Microvelia* sp.3 (4,5%), *Paravelia buliallata* (4,0%).

Tabela 3: Abundância da heteropterofauna aquática e semi-aquática nos igarapés da Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas.

Código	Espécies	Igarapés																																					n ¹	% ²
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37		
Amb1	<i>Ambrysus cf. bifidus</i>	1				3				1						1						2						2										10	0,6	
Ams	<i>Ambrysus stali</i>								1			2										1						1	2		2					1	1	11	0,7	
Amu	<i>Ambrysus usingeri</i>	7		1		1	1				2	2	2	4	9			1			1			2		3	1		4					1			42	2,6		
Brl	<i>Brachymetra lata</i>	7	3	15	13	12	15	8	10	4	9	3	14	16	10	13	17	5	9	3	15	10	6	8	7	13	10	10	10	10	5	5	6	7	18	14	3	9	352	21,6
Brs	<i>Brachymetra shawi</i>													1																								1	*	
Cyp	<i>Cylindrostethus palmaris</i>			1	1				3		1	5			2		2		3	4		3	5	3	1	2		8				6	3	2	4	3	62	3,8		
Hb1	<i>Hebrus sp.1</i>	1	1								1		4	1			1			1																	10	0,6		
Hem	<i>Heterocorixa minuta</i>														1																						1	*		
Hya	<i>Hydrometra argentina</i>					1																														1	2	*		
Hysp	<i>Hydrometra sp.</i>						2																				1										3	0,2		
Lisp	<i>Limnocois sp.</i>																																				1	1	*	
Mag	<i>Martarega gonostyla</i>	1		11				1	12	2	10	3	2	10	3		6	1					2										1	1	3	3	8	80	4,9	
Mea	<i>Mesovelia amoena</i>									1											1		1														3	0,2		
Mih1	<i>Microvelia cf. hinei</i>																																			1	1	*		
Mih	<i>Microvelia hinei</i>	5	8			2	2	1	5	27	8	6	23		2		6	7	24		4			6					7	1	13	16	10	2	14	3	202	12,4		
Mip	<i>Microvelia pulchella</i>				2		1							1													2			1							7	0,4		
Mi2	<i>Microvelia sp.2</i>																																			1	1	*		
Mi3	<i>Microvelia sp.3</i>	1		3		1	18	2		21	11																		1	4		1	10		1	74	4,5			
Mi4	<i>Microvelia sp.4</i>																	1			1													1	3		6	0,4		
Mi5	<i>Microvelia sp.5</i>																																		1		1	*		
Mi9	<i>Microvelia sp.9</i>	5	3	1						4	1	1										1			1				5	5	2	1	1		6	37	2,3			
Oct	<i>Ochterus tenebrosus</i>																																			4	4	0,2		

Continuação

		Igarapés																																					n ¹	% ²								
Código	Espécies	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37										
Ovsp	<i>Ovatametra</i> sp.	1		1																																				3	0,2							
Pab	<i>Paravelia buliallata</i>	4											2					1	6		14	10		2		1			1				1				14	2	8	66	4,0							
Pa1	<i>Paravelia</i> sp.1										8																											3	11	0,7								
Pa4	<i>Paravelia</i> sp.4					1						1																				1								3	0,2							
Plsp	<i>Platyvelia</i> sp.	1							1		2				1			3			1																				9	0,6						
Rac	<i>Ranatra curtafemorata</i>											4																												1	5	0,3						
Rat	<i>Ranatra tuberculifrons</i>																																									1	1	*				
Rga	<i>Rhagovelia amazonensis</i>	6	11				4	6	6	17	4	5		3			4	15	20		2	6			15	4				4	2	4	14							152	9,3							
Rge	<i>Rhagovelia evides</i>						2	1	1		1		2	11		1		2	1	2	6	3			6	7	1	1	6		4		8	4	1	3	10	4	11	99	6,1							
Rg1	<i>Rhagovelia</i> sp.1			1												1	6																							1	9	0,6						
Rg2	<i>Rhagovelia</i> sp.2																								4	1																6	9	1	2	7	30	1,8
Rg3	<i>Rhagovelia</i> sp.3																													1			2											3	0,2			
Sta	<i>Stridulivelia alia</i>			1	1	1																						1																4	0,2			
Stq	<i>Stridulivelia quadrispinosa</i>	6																																										6	0,4			
Std	<i>Stridulivelia stridulata</i>		3	2			3	4	4	1		3					1	1	4			1				2																		2	4	35	2,1	
Stg	<i>Stridulivelia strigosa</i>	7	4	4		1	12	7	6	1	1		10		4		3	2	2		3	10		3	5	13		2		2		6	2	8	3	2	7	5	135	8,3								
Stt	<i>Stridulivelia tersa</i>			1		1					1	6		3			5								6					1														1	1	26	1,6	
Stv	<i>Stridulivelia transversa</i>		3	6	10		3	2		4		3		8	1	5	8	2			5	9	2	2		1	18	2	11		3													7	115	7,1		
Tao1	<i>Tachygerris cf. opacus</i>																		1																										1	*		
Tei	<i>Tenagobia incerta</i>					1						2		2																																5	0,3	
Trsp	<i>Trepobates</i> sp.		2																																										2	*		
TOTAL		52	28	57	29	24	62	28	53	75	64	29	74	59	40	22	36	40	48	49	52	59	16	35	47	40	35	30	39	46	26	40	52	44	43	54	49	55	1631	100								

Nota: ¹Número total de insetos coletados; ²Percentagem do número total de insetos coletados; *menor que 0,1%.

3.2 - Abundância de Heteroptera nos períodos chuvoso e seco

Não houve diferença significativa na abundância de heterópteros nos igarapés da Reserva F. A. Ducke entre os períodos chuvoso e seco ($t=1,796002$; $gl=56$; $p=0,077889$; Figura 6).

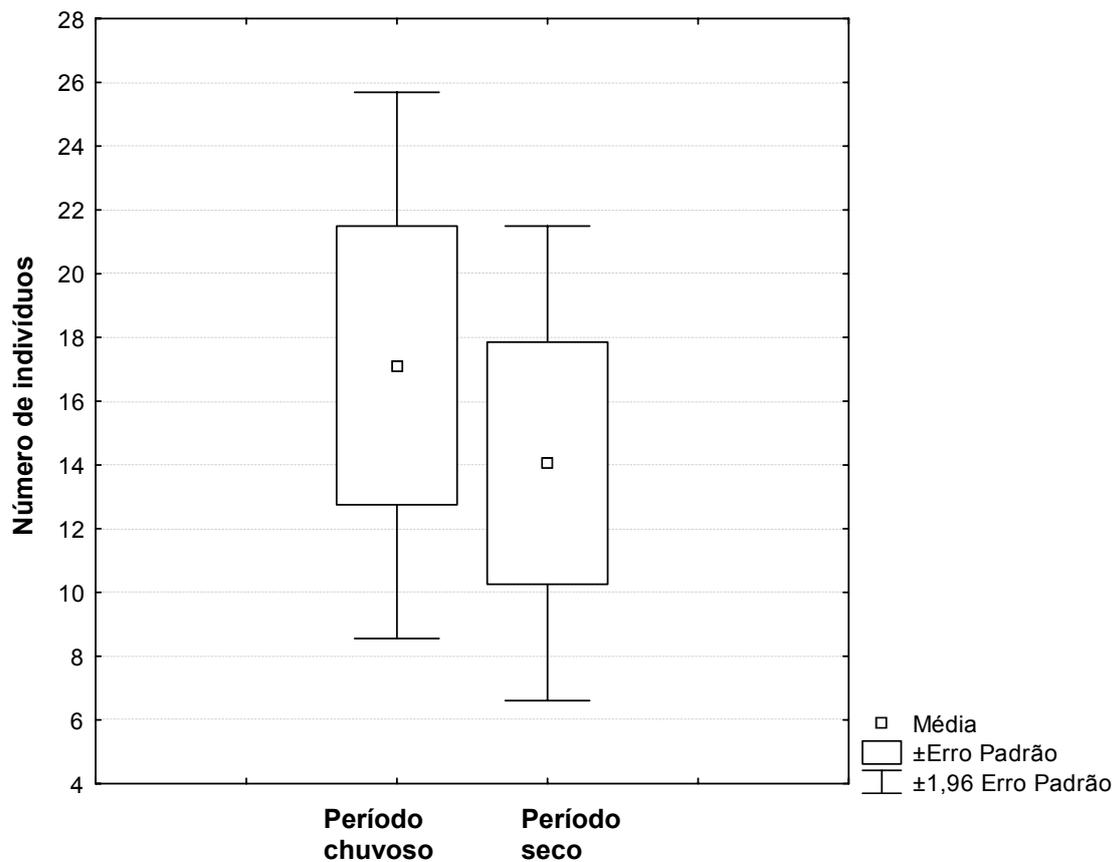


Figura 6: Abundância de heterópteros nos igarapés da Reserva Florestal Adolpho Ducke, Amazonas, durante os períodos chuvoso e seco.

A figura 7 mostra o número de espécies de Heteroptera aquáticos e semi-aquáticos nos períodos chuvoso e seco nos igarapés da Reserva Florestal Adolpho Ducke.

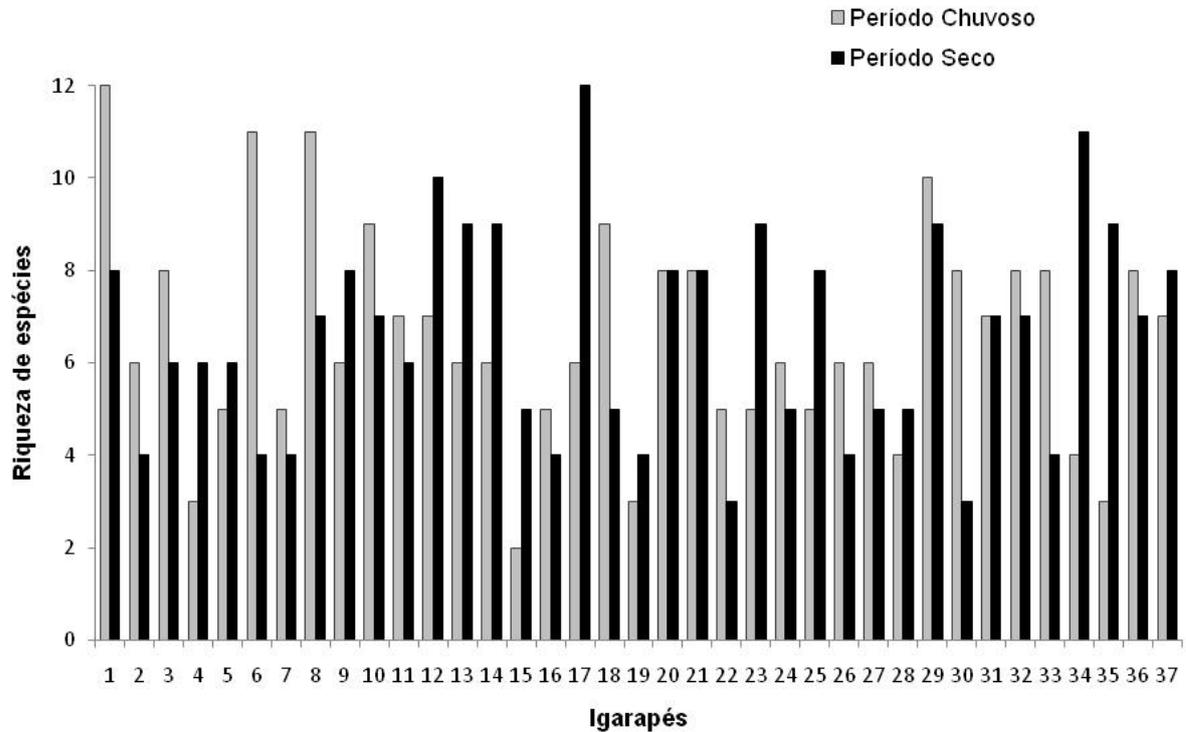


Figura 7: Número de espécies de heterópteros nos igarapés da Reserva Florestal Adolpho Ducke, Amazonas, durante os períodos chuvoso e seco.

Nos agrupamentos feitos entre os locais amostrados e os períodos chuvoso e seco, não ocorreu padrão de similaridade significativa com nenhum dos índices utilizados (Figuras 8, a e b).

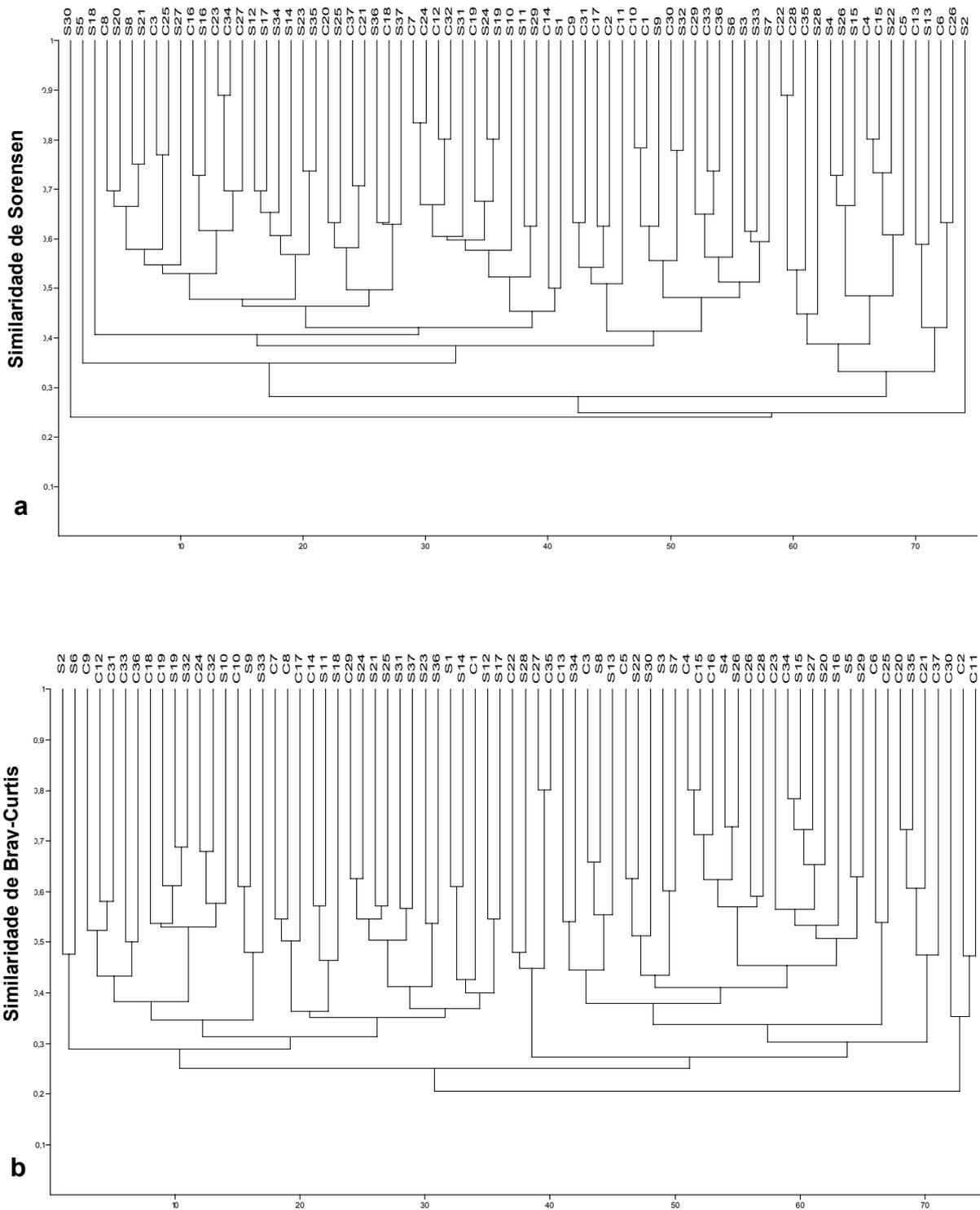


Figura 8: Dendrogramas baseados na Análise de Agrupamento das 37 unidades amostrais nos períodos seco e chuvoso utilizando o índice de Sorensen (a) e o índice de Bray-Curtis (b). C = período chuvoso; S = período seco; Números = locais amostrados.

Métodos de ordenação foram utilizados na tentativa de visualizar grupos. Contudo, a explicação de cada eixo baseada no R^2 cumulativo para os três eixos foi baixa, 23,9% com *stress* igual a 0,02562 (Figura 9), sugerindo não haver diferença entre os períodos seco e chuvoso.

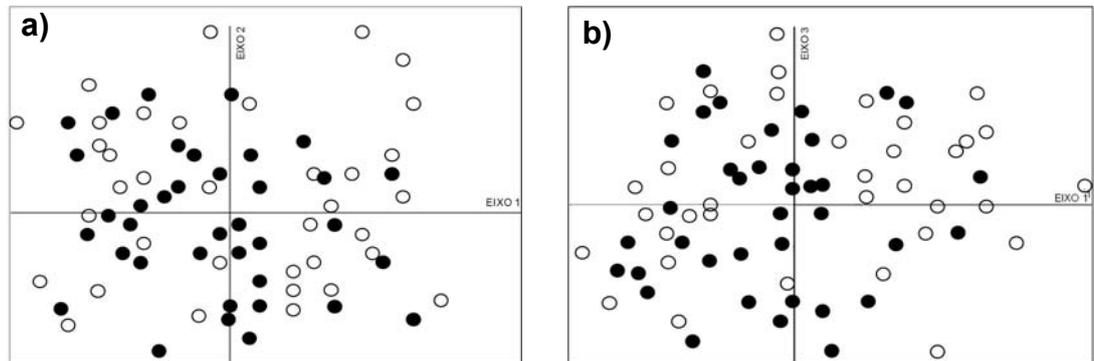


Figura 9: Projeção do método de escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) de 37 unidades amostrais nos períodos chuvoso e seco utilizando a distância de Sorensen. a) eixos 1 e 2; b) eixos 1 e 3; ● = período chuvoso; ○ = período seco.

3.3 - Ocorrência das comunidades de Heteroptera em meso-habitats

A Tabela 4 mostra o resultado do teste “Análise de Espécies Indicadoras” (Dufrêne & Legendre, 1997), utilizando-se do teste de Monte Carlo para avaliar a significância estatística das espécies indicadoras que apresentaram $p < 0,05$.

Nove espécies mostraram-se indicadoras de meso-habitats. *Ambrysus cf. bifidus*, *A. stali*, *A. usingeri* e *Stridulivelia transversa* mostraram preferência por bancos de folhiço. *Ambrysus sp.* e *Microvelia sp.4* mostraram preferência por Kinon. *Brachymetra lata*, *Cylindrostethus palmaris* e *Rhagovelia evides* foram característicos de superfície d’água, não relacionados a outro meso-habitat. *Microvelia sp.9* e *Paravelia buliallata* são indicadores de espuma formada pela movimentação das corredeiras. *Stridulivelia strigosa* mostrou ter preferência tanto por raízes expostas, quanto por macrófitas.

Tabela 4: Valores de indicação obtidos através do teste de Espécies Indicadoras (Dufrêne & Legendre, 1997), para Heteroptera nos meso-habitats (macrófitas, bancos de folhiço, raízes expostas, superfície, espuma e kinon) amostrados em 37 igarapés na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas.

Táxon	Macrófita	Folhiço	Raízes	Superfície	Espuma	Kinon	p
<i>Ambrysus cf. bifidus</i>		12					0,041
<i>Ambrysus sp.</i>						18	0,015
<i>Ambrysus stali</i>		17					0,011
<i>Ambrysus usingeri</i>		36					0,002
<i>Brachymetra lata</i>	4		9	73			0,001
<i>Brachymetra shawi</i>				3			1,000
<i>Brachymetra sp.</i>		3					0,774
<i>Cylindrostethus palmaris</i>				46			0,001
<i>Cylindrostethus sp.</i>				5			0,274
GERRIDAE sp.	8		1			6	0,214
<i>Hebrus sp.1</i>		8				2	0,137
<i>Heterocorixa minuta</i>		3					0,753
<i>Hydrometra argentina</i>		1				4	0,385
<i>Hydrometra sp.</i>						5	0,318
<i>Limnocoris sp.</i>			3				0,533
<i>Martarega gonostyla</i>	1		12	13			0,089
<i>Martarega sp.</i>	2	1	3	1			0,880
<i>Mesovelvia amoena</i>	1	1		1			0,841
<i>Mesovelvia sp.</i>		3					0,763
MESOVELIIDAE sp.			3				0,520
<i>Microvelia cf. hinei</i>		3					0,797
<i>Microvelia hinei</i>	2	5	6		7	19	0,058
<i>Microvelia pulchella</i>		5				2	0,381
<i>Microvelia sp.</i>		3			6		0,166
<i>Microvelia sp.2</i>						6	0,138
<i>Microvelia sp.3</i>		3	3		8	4	0,292
<i>Microvelia sp.4</i>		1				15	0,021
<i>Microvelia sp.5</i>		3					0,772

Continuação

Táxon	Macrófita	Folhço	Raízes	Superfície	Espuma	Kinon	p
<i>Microvelia</i> sp.9		2	2		18	7	0,023
NAUCORIDAE sp.		3					0,763
<i>Ovatametra</i> sp.	1	1		1			0,818
<i>Paravelia buliallata</i>		1			43	2	0,001
<i>Paravelia</i> sp.1		1				3	0,451
<i>Paravelia</i> sp.4					7	2	0,207
<i>Platyvelia</i> sp.		3			4	1	0,520
<i>Ranatra curtafemorata</i>		1	1				0,885
<i>Ranatra</i> sp.	3						0,359
<i>Ranatra tuberculifrons</i>			3				0,548
<i>Rhagovelia amazonensis</i>	7	2	15	10			0,118
<i>Rhagovelia evides</i>	2		12	23			0,017
<i>Rhagovelia</i> sp.	9		12				0,095
<i>Rhagovelia</i> sp.1			2	4			0,595
<i>Rhagovelia</i> sp.2		1	2	6			0,310
<i>Rhagovelia</i> sp.3	2	1					0,554
<i>Stridulivelia alia</i>	1		1			3	0,789
<i>Stridulivelia quadrispinosa</i>		3					0,787
<i>Stridulivelia</i> sp.	4	2	2	3			0,720
<i>Stridulivelia stridulata</i>	7	1	9			3	0,251
<i>Stridulivelia strigosa</i>	20	6	27	1			0,012
<i>Stridulivelia tersa</i>	3	3	1			2	0,867
<i>Stridulivelia transversa</i>	7	22	7				0,025
<i>Tachygerris cf. opacus</i>	3						0,352
<i>Tachygerris</i> sp.						6	0,142
<i>Tenagobia incerta</i>	1	2		1			0,879
<i>Trepobates</i> sp.	3						0,336
VELIIDAE sp.					5	3	0,279
MEDIAS	2	3	2	3	2	2	

Na Tabela 5 é apresentada a abundância das espécies de Heteroptera e a percentagem de cada uma delas nos meso-habitats encontrados.

Dentre as espécies de Gerromorpha, *Stridulivelia strigosa* foi abundante tanto em macrófitas, quanto em bancos de folhço. *Brachymetra lata*, *Cylindrostethus palmaris* e *Rhagovelia evides* foram amostrados em quatro meso-habitats, com maior abundância para a superfície d'água. *Hebrus* sp.1, *Paravelia* sp.1, *Platyvelia* sp. e *Stridulivelia quadrispinosa*, foram mais abundantes em bancos de folhço,

sendo a última espécie encontrada exclusivamente nesse meso-habitat. *Paravelia buliallata* foi mais abundante em espuma formada pela movimentação das águas. *Microvelia hinei* e *Microvelia* sp.3 foram encontradas em todos os meso-habitats aquáticos, sem preferência por nenhum deles. Tiveram comportamento semelhante *Stridulivelia stridulata*, *S. strigosa*, *S. tersa* e *S. transversa*, estando presentes em cinco dos seis meso-habitats aquáticos.

Dentre as espécies de Nepomorpha, as espécies de *Ambrysus* foram encontradas em maioria nos bancos de folhiço. *Martarega gonostyla* foi mais abundante em raízes expostas e na superfície d'água. *Ochterus tenebrosus* foi encontrado em seu habitat característico, areia na margem das coleções aquáticas.

3.4 - Relação das variáveis ambientais com a riqueza e composição de Heteroptera

Algumas variáveis abióticas foram mensuradas nos igarapés da Reserva Florestal Adolpho Ducke. Os valores de pH variaram entre 3,75 e 4,88; a condutividade elétrica entre 2,99 e 8,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$; O oxigênio dissolvido variou entre 5,43 e 9,42 mg/l; os valores de temperatura ficaram entre 21,8 e 25,8°C. A velocidade média variou entre 0,00 e 0,41 m/s. Os valores de largura ficaram entre 0,81 e 5,33 m e os de profundidade entre, 0,07 e 0,65 m (Tabela 6).

Tabela 6: Valores das variáveis abióticas amostradas em 37 igarapés na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas. Cond. = condutividade; Temp.= temperatura; Veloc.= velocidade; Larg.= largura; Prof. = profundidade. Dados de Mendonça, 2002.

Igarapé	pH	Cond. (uS/cm)	O ₂ (mg/l)	Temp. (C°)	Veloc. (m/s)	Larg. (m)	Prof. (m)
1	3,75	8,00	8,87	25,30	0,22	2,50	0,21
2	4,47	3,50	8,60	25,70	0,12	1,90	0,24
3	4,46	3,30	9,39	25,70	0,13	2,65	0,18
4	4,85	2,99	5,43	25,50	0,00	1,26	0,19
5	4,88	2,99	5,86	24,90	0,00	1,51	0,12
6	4,54	2,99	7,07	24,00	0,13	2,53	0,20
7	4,69	3,60	6,20	24,60	0,14	2,40	0,35
8	4,03	5,60	9,42	25,80	0,22	2,92	0,60
9	4,32	3,80	7,01	24,30	0,28	3,74	0,51
10	4,85	2,99	7,02	24,70	0,25	5,11	0,59
11	4,06	5,30	6,60	24,40	0,05	2,44	0,39
12	4,33	2,99	6,51	24,80	0,28	2,76	0,34
13	4,07	7,90	5,83	24,50	0,35	2,85	0,28
14	4,26	5,60	7,01	24,60	0,15	3,00	0,48
15	4,27	5,70	5,89	24,40	0,07	1,67	0,15
16	4,36	2,99	6,75	24,70	0,09	1,27	0,07
17	4,62	4,80	5,68	24,70	0,12	3,22	0,46
18	4,20	5,60	7,01	23,80	0,26	3,01	0,50
19	4,77	2,99	6,44	24,60	0,30	5,33	0,65
20	4,73	2,99	7,23	21,80	0,17	1,68	0,20
21	4,66	2,99	6,84	23,60	0,06	1,57	0,14
22	4,72	2,99	6,77	24,60	0,02	0,81	0,08
23	4,68	2,99	7,21	22,50	0,14	3,33	0,15
24	4,63	2,99	7,40	24,30	0,29	3,25	0,38
25	4,56	2,99	7,07	24,30	0,11	2,24	0,13
26	4,71	2,99	5,59	24,40	0,04	1,02	0,13
27	4,61	2,99	7,41	22,10	0,15	1,35	0,18
28	4,42	2,99	6,97	25,20	0,00	1,06	0,10
29	4,42	2,99	7,59	23,60	0,27	2,35	0,34
30	4,43	2,99	7,55	25,10	0,20	2,41	0,21
31	4,42	2,99	7,12	24,10	0,41	3,45	0,48
33	4,57	2,99	7,59	24,60	0,38	5,19	0,56
34	4,64	2,99	7,16	24,50	0,06	2,07	0,12
35	4,61	2,99	7,02	24,50	0,17	1,63	0,17
36	4,47	2,99	7,49	24,60	0,31	3,22	0,28
37	4,60	2,99	7,01	24,50	0,18	2,06	0,11
Média	4,49	3,74	7,04	24,43	0,17	2,52	0,29
Desvio Padrão	0,25	1,38	0,94	0,88	0,11	1,12	0,17
Mínimo	3,75	2,99	5,43	21,80	0,00	0,81	0,07
Máximo	4,88	8,00	9,42	25,80	0,41	5,33	0,65

A análise de regressão múltipla revelou algumas variáveis mais importantes para direcionar a distribuição de heterópteros aquáticos e semi-aquáticos. (Tabela 7). As duas variáveis que mais contribuíram foram à velocidade da correnteza e a condutividade elétrica, que estavam relacionadas a 12 espécies (27,9%) das 43 espécies amostradas. As 12 espécies que foram relacionadas a essas variáveis foram: *Ambrysus usingeri*, *Brachymetra shawi*, *Hebrus* sp.1, *Microvelia hinei*, *Microvelia* sp.2, *Paravelia* sp.4, *Platyvelia* sp., *Ranatra curtafemorata*, *Rhagovelia evides*, *Stridulivelia quadrispinosa*, *Stridulivelia transversa* e *Tenagobia incerta*. (Tabela 9). O teste de regressão múltipla indicou relação significativa entre as variáveis velocidade da correnteza e a condutividade elétrica, e as espécies amostradas. A porcentagem da variação da variável dependente explicada pelas variáveis independentes foi superior a $R^2 = 0,50$ em quatro das doze espécies, *Brachymetra shawi*, *Hebrus* sp.1, *Microvelia hinei* e *Rhagovelia evides*.

Tabela 7: Valores da regressão múltipla em igarapés na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas.

Espécies	Resumo da Regressão - variável dependente		Parâmetros abióticos				
			Beta	B	teste-t	p	
<i>Ambrysus usingeri</i>	R	0,630876	Intercepto	0,219966	5,233293	0,000015	
	R ²	0,398005	Velocidade	-0,537686	-0,156318	-2,100364	0,044829
	R ² a	0,247506	Largura	0,833221	0,242237	2,568637	0,015831
	F	2,644600					
<i>Brachymetra shawi</i>	R	0,765670	Intercepto	0,008362	1,390518	0,175326	
	R ²	0,586251	Condutividade	0,861618	0,043229	3,773716	0,000768
	R ² a	0,482814	Velocidade	0,746211	0,037439	3,516056	0,001512
	F	5,667700	Profundidade	-0,543222	-0,027254	-2,337356	0,026798
<i>Hebrus sp.1</i>	R	0,745133	Intercepto	0,069587	3,576516	0,001291	
	R ²	0,555223	pH	0,817211	0,127947	3,000462	0,005611
	R ² a	0,444029	Condutividade	1,222118	0,191341	5,162560	0,000018
	F	4,993300					
<i>Mesovelvia amoena</i>	R	0,594937	Intercepto	0,025086	1,984950	0,057026	
	R ²	0,353950	O ₂	0,529027	0,044640	2,819111	0,008743
	R ² a	0,192437	Largura	-0,935365	-0,078927	-2,783474	0,009527
	F	2,191500	Profundidade	0,722862	0,060995	2,489076	0,019022
<i>Microvelvia hinei</i>	R	0,800980	Intercepto	0,533521	9,858520	0,000000	
	R ²	0,641569	Condutividade	-0,501220	-0,243143	-2,358570	0,025559
	R ² a	0,551961	Profundidade	0,505569	0,245253	2,337191	0,026807
	F	7,159700					
<i>Microvelvia sp.2</i>	R	0,487197	Intercepto	0,008362	1,024202	0,314508	
	R ²	0,237361	Velocidade	0,601631	0,030185	2,088012	0,046013
	R ² a	0,046702					
	F	1,244900					
<i>Microvelvia sp.3</i>	R	0,534647	Intercepto	0,214556	3,446416	0,001812	
	R ²	0,285847	Largura	0,745353	0,294670	2,109627	0,043958
	R ² a	0,107309					
	F	1,601000					
<i>Paravelia sp.4</i>	R	0,530146	Intercepto	0,025086	1,881633	0,070320	
	R ²	0,281055	Condutividade	-0,734467	-0,061975	-2,440326	0,021259
	R ² a	0,101319					
	F	1,563700					
<i>Platyvelia sp.</i>	R	0,646087	Intercepto	0,063425	2,935420	0,006586	
	R ²	0,417429	Condutividade	0,756353	0,114904	2,791730	0,009339
	R ² a	0,271786					
	F	2,866100					
<i>Ranatra curtafemorata</i>	R	0,517624	Intercepto	0,027778	1,388096	0,176055	
	R ²	0,267935	pH	-0,745692	-0,093596	-2,134076	0,041733
	R ² a	0,084919	Condutividade	-0,741623	-0,093086	-2,441921	0,021182
	F	1,464000					
<i>Rhagovelvia amazonensis</i>	R	0,680748	Intercepto	0,443711	7,016638	0,000000	
	R ²	0,463418	Profundidade	0,677566	0,313906	2,560057	0,016150
	R ² a	0,329272					
	F	3,454600					
<i>Rhagovelvia evides</i>	R	0,792750	Intercepto	0,403088	9,612298	0,000000	
	R ²	0,628453	pH	0,523071	0,193118	2,101254	0,044744
	R ² a	0,535566	Temperatura	-0,369017	-0,136241	-2,925797	0,006744
	F	6,765800	Velocidade	0,916768	0,338471	4,558426	0,000093
<i>Stridulivelia alia</i>	R	0,604743	Intercepto	0,033448	2,349045	0,026108	
	R ²	0,365714	Temperatura	0,388934	0,037317	2,360142	0,025469
	R ² a	0,207142					
	F	2,306300					
<i>Stridulivelia quadrispinosa</i>	R	0,672669	Intercepto	0,023475	1,208778	0,236857	
	R ²	0,452484	Condutividade	0,614900	0,086608	2,341149	0,026572
	R ² a	0,315605					
	F	3,305700					
<i>Stridulivelia transversa</i>	R	0,703883	Intercepto	0,436311	8,062295	0,000000	
	R ²	0,495451	Velocidade	-0,487098	-0,199158	-2,078393	0,046955
	R ² a	0,369314					
	F	3,927900					
<i>Tenagobia incerta</i>	R	0,584275	Intercepto	0,034869	1,925022	0,064440	
	R ²	0,341378	Velocidade	-0,795259	-0,095255	-2,969976	0,006050
	R ² a	0,176722					
	F	2,073300					

Análises de Correspondência Canônica (CCA) foram realizadas para verificar a relação dos parâmetros abióticos com a composição de Gerromorpha e Nepomorpha nos igarapés estudados.

Na CCA pode-se observar que para os dois primeiros eixos a porcentagem da variância explicada acumulada foi de 11,9%, e até o terceiro eixo da ordenação explicado foi 15,7% da variância acumulada. A porcentagem da variância explicada no eixo 1 foi 7,3%, no eixo 2 foi de 4,6% e no eixo 3 foi de 3,8% e os autovalores extraídos foram CCA1: 0,23, CCA2: 0,14 e CCA3: 0,12.

Vários parâmetros ambientais foram incluídos na CCA, mas os mais influentes para o eixo 1 foram: temperatura, velocidade, largura e profundidade, e para o eixo 2 o mais importante foi a condutividade (Tabela 8; Figura 10)

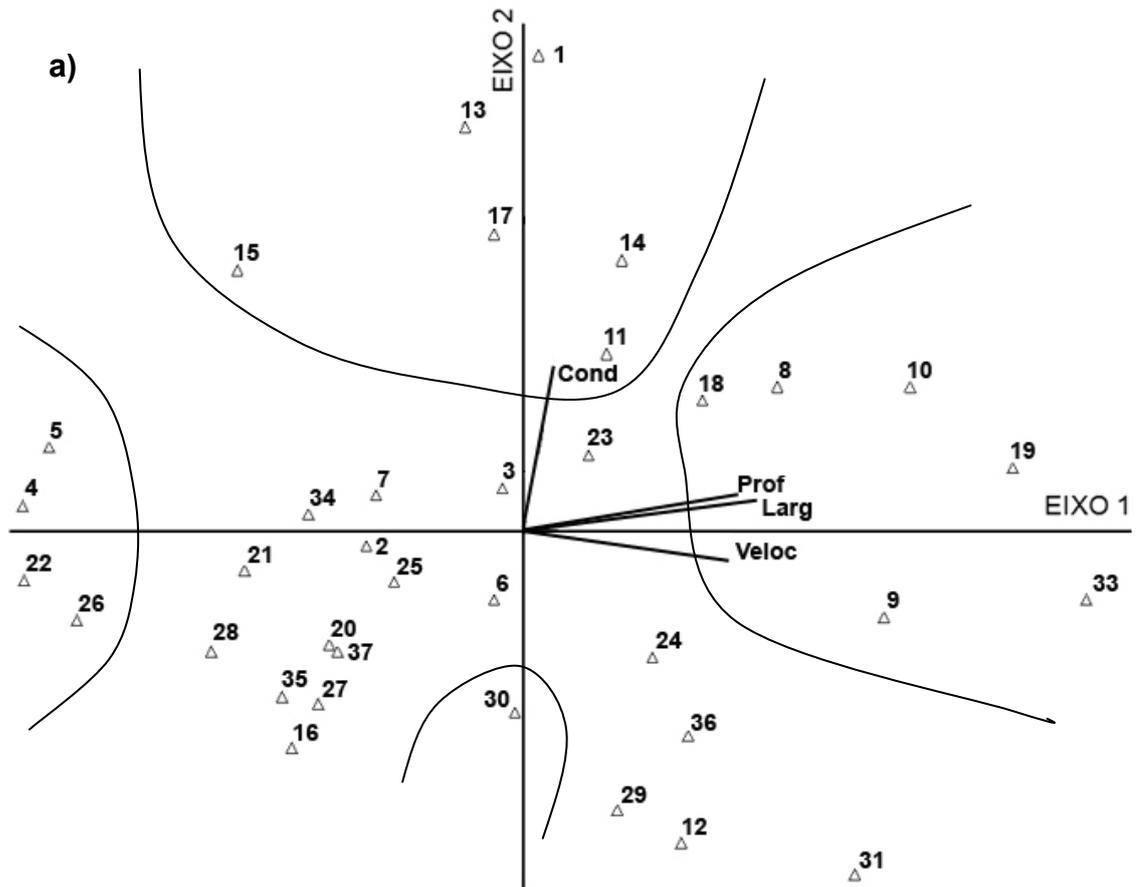
Tabela 8: Coeficientes de correlação para as variáveis ambientais da Análise de Correspondência Canônica (CCA) nos igarapés na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas.

Parâmetros	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
Condutividade	0,107	0,739	0,235
Temperatura	0,062	0,233	-0,392
Velocidade	0,706	-0,133	0,395
Largura	0,808	0,143	-0,064
Profundidade	0,747	0,165	-0,158

Para o primeiro eixo da ordenação, as espécies *Microvelia hinei*, *Microvelia* sp.3, *Brachymetra* sp., *Paravelia* sp.1 e *Cylindrostethus* sp. destacaram-se por estarem associadas a igarapés que apresentam maior velocidade de correnteza, igarapés 9 e 33. As espécies *Ambrysus* sp., *Rhagovelia amazonensis* e *Stridulivelia* sp. destacaram-se por estarem associadas a igarapés com maior profundidade e largura, os igarapés 8, 10, 18 e 19. As espécies *Tachygerris* sp., *Stridulivelia alia* e *Mesovelia* sp. apresentaram associação com o decréscimo dos valores das variáveis profundidade, largura e velocidade, nos igarapés 4, 5, 22 e 26, ou seja, igarapés menores.

Para o segundo eixo da ordenação, as espécies *Tenagobia incerta*, *Platyvelia* sp., *Hebrus* sp., *Heterocorixa minuta*, *Tachygerris cf. opacus*, *Brachymetra shawi* e *Stridulivelia quadrispinosa* foram associadas a igarapés com maiores valores de

condutividade, igarapés 1, 11, 13, 14, 15 e 17. Já a espécie *Rhagovelia* sp. apresentou associação com o decréscimo da condutividade encontrada no igarapé 30.



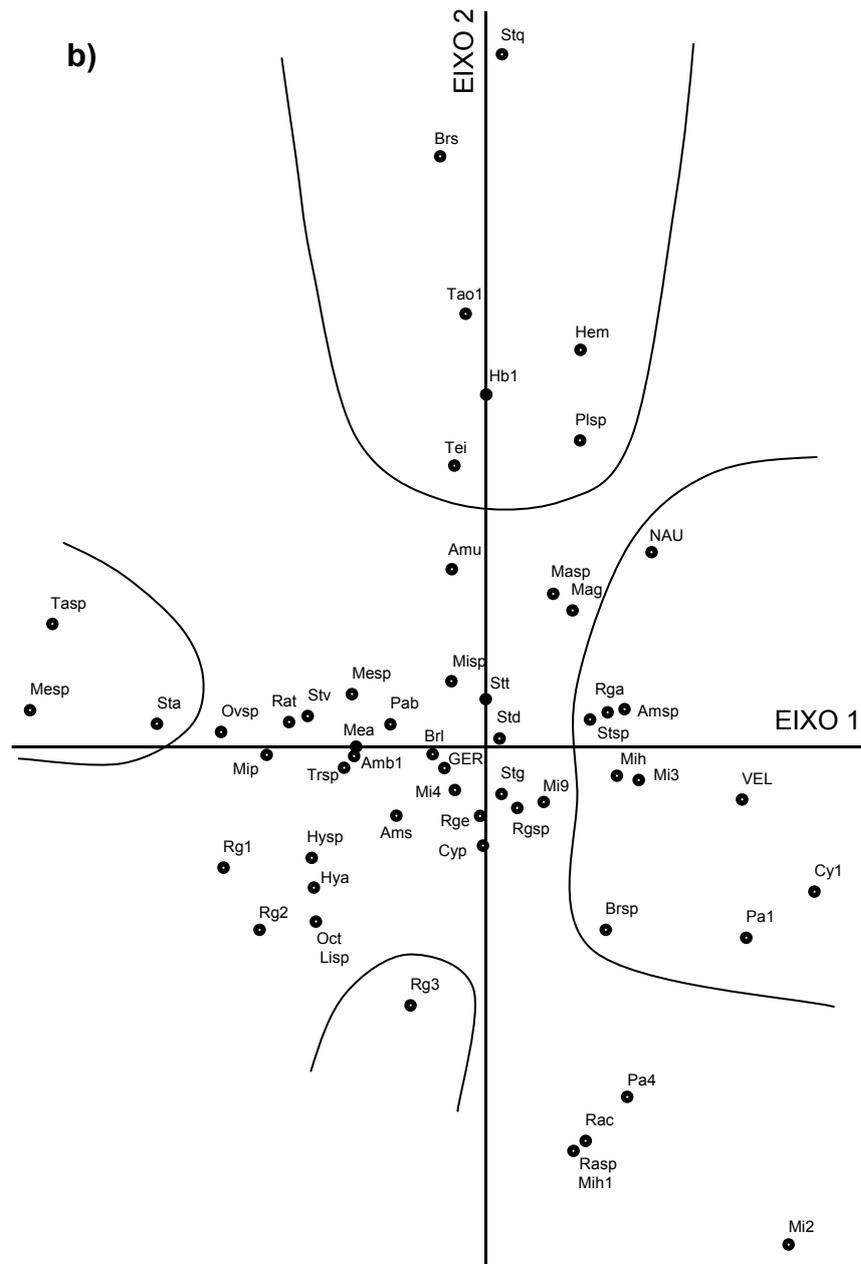


Figura 10: (a) Diagrama de ordenação da CCA: composição de 56 táxons de Gerromorpha e Nepomorpha (Heteroptera) em 37 igarapés amostrados na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Amazonas, Manaus e respectivas variáveis ambientais. Nota: Cond. = condutividade; Veloc.= velocidade; Larg.= largura; Prof. = profundidade (b) Diagrama de representação das espécies e suas abreviações conforme tabela 1.

3.5 - Índices da estrutura da comunidade

A Riqueza taxonômica variou de 5 a 16, apresentando-se maior nos igarapés 1, 8, 14, 17, 18 e 29. Os índices de diversidade de Shannon-Wiener e Simpson, variaram de 1,10 a 2,58 e de 0,59 a 0,91, respectivamente. Os resultados nos dois índices foram similares e os igarapés 1, 8, 11, 17, 29 e 30 apresentaram os maiores valores. A equitatividade apresentou os maiores valores entre 0,68 a 0,94 e os igarapés 1, 2, 8, 11, 17, 23, 24, 30 e 37 apresentaram valores superiores a 0,9 (Tabela 9).

Tabela 9: Valores da riqueza taxonômica, número de indivíduos, índices de diversidade de Shannon-Wiener e Simpson, e o índice de equitatividade nos igarapés na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas.

Locais	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Riqueza	15	12	13	8	12	13	12	14	13	13	13	12	12	15	5	7	16	15
Indivíduos	54	44	58	30	26	64	35	65	81	65	33	75	61	44	22	40	46	62
Shannon	2,43	2,29	2,09	1,48	1,93	2,03	2,20	2,40	1,96	2,07	2,42	2,07	2,07	2,37	1,15	1,58	2,58	2,37
Simpson	0,90	0,88	0,84	0,69	0,75	0,82	0,86	0,89	0,80	0,84	0,90	0,83	0,84	0,88	0,59	0,74	0,91	0,88
Equitatividade	0,90	0,92	0,81	0,71	0,78	0,79	0,89	0,91	0,76	0,81	0,94	0,83	0,83	0,87	0,71	0,81	0,93	0,87

Locais (continuação)	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	33	34	35	36	37
Riqueza	5	13	12	6	11	8	11	9	10	7	16	12	13	11	13	9	12	12
Indivíduos	50	57	60	16	36	48	42	38	35	39	49	31	51	58	45	54	51	58
Shannon	1,10	2,12	2,20	1,58	2,19	1,87	1,86	1,54	2,01	1,68	2,39	2,32	2,21	2,14	2,02	1,83	2,19	2,29
Simpson	0,60	0,84	0,87	0,76	0,87	0,82	0,79	0,69	0,83	0,79	0,88	0,89	0,86	0,87	0,79	0,81	0,86	0,88
Equitatividade	0,68	0,82	0,88	0,88	0,91	0,90	0,78	0,70	0,87	0,86	0,86	0,93	0,86	0,89	0,79	0,83	0,88	0,92

4 - DISCUSSÃO

4.1 - Riqueza e composição das comunidades de Heteroptera

Os heterópteros aquáticos e semi-aquáticos são bastante diversificados e vivem em águas de habitats lênticos e lóticos, permanentes ou temporários, sempre relacionados às condições ambientais.

Na Reserva F. A. Ducke foram encontrados 10 famílias, 20 gêneros e 43 espécies/morfoespécies. O número de famílias coletadas é um valor similar aos valores anteriormente obtidos em estudos preliminares realizados em 2002, foram encontrados nove famílias na mesma reserva, 28 espécies/morfoespécies em 28 igarapés (Pereira, 2004) e também dos outros locais pesquisados na região amazônica, mesmo em coletas realizadas anteriormente na mesma área. No arquipélago de Anavilhanas, rio Negro, foram coletadas nove famílias de Heteroptera (Nessimian, 1985), 11 famílias nos lagos do rio Negro próximas a Manaus (Pereira, 2004). Já em igarapés de Manaus, Cleto Filho & Walker (2001) amostraram 11 famílias de heterópteros em cinco igarapés e Godoy (2007) em igarapés ao norte da cidade de Manaus e a oeste da cidade de Rio Preto da Eva, Amazonas encontrou quatro famílias com 12 gêneros de Gerromorpha. Esses valores estão próximos aos valores citados por Polhemus & Polhemus (2008), encontrados na região Neotropical, 16 famílias, 46 gêneros e 1.247 espécies de Heteroptera semi-aquáticos e aquáticos do mundo.

Os Gerridae mais abundantes foram *Brachymetra lata* e *Cylindrostethus palmaris*, sendo *Brachymetra lata* a espécie com maior abundância de todas as espécies amostradas. Nieser (1975) relata que *Brachymetra* é o gênero mais comum de gerrídeos na região amazônica. *B. lata* foi encontrada tanto em remansos, quanto na correnteza dos igarapés e *C. palmaris* exclusivamente na correnteza. Gerrídeos tem como hábitat a superfície da água, sendo encontrados principalmente em águas tranquilas e algumas espécies vivem em águas correntes (Andersen, 1982; Pérez, 1996). *Cylindrostethus palmaris* ocorre em locais com forte correnteza, corredeiras ou rios (Molano-Rendón *et al.*, 2008).

Entre os representantes dos Notonectidae, o mais abundante foi *Martarega gonostyla*, espécie encontradas na coluna d'água como os demais Notonectidae e, de acordo com Bachmann (1998) e Pereira *et al.*, (2007a), seus representantes vivem em riachos limpos e de pouca correnteza como a maioria dos igarapés na Reserva F. A. Ducke. Nieser & Melo (1997) relatam como habitat dessas espécies a superfície de águas com pouca correnteza e vegetação, além da maioria das espécies de *Martarega* serem encontradas na região Amazônica e nas Guianas. '

Os Veliidae mais abundantes foram *Microvelia hinei*, *Paravelia buliallata*, *Rhagovelia amazonensis*, *Rhagovelia evides*, *Stridulivelia strigosa* e *Stridulivelia transversa*. Eles foram observados principalmente às margens dos igarapés, mas também são encontrados na correnteza atrás de obstáculos, como pedras e troncos de árvores (Bouchard, 2004). De acordo com Schuh & Slater (1995), *Stridulivelia* e outros Veliinae são encontrados em ambientes com fluxo lento.

Microvelia hinei foi encontrada nos remansos dos igarapés, mas de acordo com Drake (1920) os indivíduos dessa espécie vivem e se reproduzem nas margens de lagoas e pequenos lagos, sendo também encontrados em lagos artificiais e poças temporárias (Vianna & Melo, 2003). *Paravelia buliallata* foi encontrada em remansos. Polhemus & Polhemus (1984a, b) relatam a presença de *P. buliallata* em igarapés e rios amazônicos, inclusive na Reserva Ducke, confinados na vegetação marginal. O gênero *Rhagovelia* foi encontrado na superfície da água tanto em correnteza, quanto nas áreas de remanso e, de acordo com Pérez (1996) e Ward (1992), *Rhagovelia* está adaptada para vida na superfície da água em remansos de riachos com muito movimento. São espécies gregárias tanto de ambientes lóticos quanto de ambientes lênticos (Rivera-Usme *et al.*, 2008). Os representantes de *Rhagovelia amazonensis* apresentam movimentos rápidos, e são encontrados em riachos (Weckman, 1998). *Rhagovelia evides* foi amostrada na superfície da água, próxima as raízes expostas nas margens dos igarapés, hábitat não reportado na literatura para essa espécie.

Stridulivelia strigosa e *Stridulivelia transversa* foram amostradas nos igarapés da Reserva Ducke em remansos associados à vegetação. Essas espécies já haviam sido coletadas na Reserva Ducke por Polhemus & Spangler (1995) no igarapé Barro Branco e da Anta.

4.2 - Abundância de Heteroptera nos períodos chuvoso e seco

Não foram encontradas diferenças significativas entre os valores de abundância de heterópteros nos igarapés da Reserva Ducke dos períodos chuvoso e seco. Hamada (1993) também não observou relação significativa entre a abundância de larvas de Simulídeos (Diptera) e a precipitação na Reserva Ducke. Já quanto à riqueza de imaturos de Leptophlebiidae (Ephemeroptera), Santos-Neto *et al.*, (2008) observaram diferença na riqueza desses insetos entre os períodos chuvoso e seco na Reserva Ducke.

Ambientes lóticos nas regiões tropicais onde o vento pode trazer muita chuva, estão sujeitos a grandes inundações anuais (Ward, 1992) que podem afetar a comunidade aquática, causando morte pela perturbação da cheia ou pela diminuição do recurso alimentar. Na região amazônica há uma alta taxa de precipitação que alimenta uma vasta rede de igarapés que transportam a descarga superficial das chuvas (Junk, 1983). As flutuações estacionais que ocorrem em igarapés na Amazônia Central são menores que em grandes rios (Sioli, 1984). Na Reserva Ducke, ocorre um aumento no volume da água dos igarapés, e logo após o início de fortes chuvas, desencadeia um aumento da velocidade da correnteza e muitas vezes um extravasamento e alagamento das áreas próximas, deslocando os bancos de folhiço e deixando a água mais turva. Mas, todo esse processo volta à normalidade algumas horas após o término das chuvas (Espírito Santo, 2007).

Dentre os Heteroptera, muitos deslizam pela superfície da água ou apresentam asas, migram e depois recolonizam rapidamente a área perturbada. Muitos organismos são carreados (deriva) nos ambientes lóticos (Williams & Hynes, 1976). Como exemplo, Gerridae e Veliidae vão para as margens ou se deslocam para poças anexas ao igarapé. Nepidae e Belostomatidae fixam-se à vegetação marginal ou a macrófitas (Nieser, 1970). Muitos Corixidae e Naucoridae se enterram no sedimento de fundo ou galhos e troncos (Nieser e Melo, 1997).

Conseqüentemente, com essas características os períodos de chuva e seca na Reserva Ducke não afetaram a distribuição de Heteroptera.

4.3 - Ocorrência das comunidades de Heteroptera em meso-habitats

A aplicação da análise de espécies indicadoras (ISA) resultou em nove espécies indicadoras de meso-habitats. *Ambrysus cf. bifidus*, *A. stali* e *A. usingeri* mostraram preferência por bancos de folhiço. Fittkau (1977) encontrou *A. stali* e *A. usingeri* relacionados ao kinon. *Ambrysus* sp. também mostrou preferência por kinon. Nieser (1975) e Triplehorn & Johnson (2005) relatam que espécies desse gênero habitam lagoas, riachos e remansos de rios, presos a troncos, galhos e pedras. Segundo López-Ruf. (2004), estão bem adaptados à região subtropical e são encontrados em ambientes de água corrente, bem oxigenados, a partir de areia no fundo e, eventualmente, em plantas flutuantes. *Brachymetra lata* foi encontrada nos igarapés sempre na margem ou onde a correnteza era menor e com pouca luminosidade, habitat já reportado para o gênero por Hynes (1984). *Cylindrostethus palmaris* ocorreu sempre relacionada à correnteza dos igarapés, e nunca em áreas de remanso. Os indivíduos de *C. palmaris* são encontrados em rios caudalosos com fortes correntezas (Molano-Rendón *et al.*, 2008) e em áreas sombreadas (Nieser e Melo, 1997). Heckman (1998) já encontrou esta espécie em riachos, áreas sujeitas a inundações, poças e em plantas emergentes. Os representantes de *Rhagovelia evides* foram característicos da superfície da água. Outras espécies do gênero têm relação com água corrente, patinando inclusive contra a correnteza. As espécies de *Rhagovelia* habitam riachos e rios com bastante fluxo, são gregárias e se protegem das parcelas mais rápidas se deslocando para as margens (Polhemus & Chapman, 1979). *Microvelia* sp.4 e *Microvelia* sp.9 mostraram preferência por kinon e por espuma formada pela movimentação das corredeiras, respectivamente. Várias espécies de *Microvelia* são habitantes do kinon (Fittkau, 1977) e da espuma formada pela movimentação das corredeiras (Spangler, 1986). *Paravelia buliallata* foi selecionada como indicadora de espuma formada pela movimentação das corredeiras. Elas possuem uma coloração amarelo-amarronzada e são visualizadas na superfície da espuma predando outros animais, sendo esse local seu habitat característico. Spangler (1986) encontrou em igarapés da Venezuela a espécie *Oiovelia spumicola* no mesmo habitat que *Paravelia buliallata*. São insetos que

possuem uma coloração branco-creme, tom mais claro que *Paravelia buliallata*, dificultando sua visualização. *Stridulivelia strigosa* mostrou ter preferência tanto por raízes expostas, quanto por macrófitas. *Stridulivelia transversa* mostrou preferência por bancos de folhiço. *Stridulivelia* está relacionado a ambientes com fluxo lento (Schuh & Slater, 1995), ou a partes protegidas (remansos), com muita vegetação em ambientes com fluxo rápido (Melo & Nieser, 2004; Pérez, 1996).

4.4 - Relação das variáveis ambientais com a riqueza e composição de Heteroptera

Para verificar a relação da riqueza de heterópteros com as variáveis ambientais, a análise de regressão múltipla, indicou entre as diversas variáveis independentes, aquelas mais úteis para explicar a variável dependente. A tabela 9 mostra um resumo da regressão com os valores dos coeficientes de determinação (R^2) das variáveis dependentes e este variou de 23% a 64% para as espécies que apresentaram resultado significativo. Os resultados não obtiveram altos valores de R^2 , o que também não significa alta relação linear entre as variáveis (o modelo pode não ser exatamente linear), mesmo assim algumas relações serão feitas junto com a Análise de Correspondência Canônica. Provavelmente as relações são fracas devido à similaridade entre os igarapés da Reserva F. A. Ducke, apesar de apresentarem três ordens, suas características físicas e químicas são muito similares (Tabela 6).

Na Análise de Correspondência Canônica (CCA) as espécies que sofreram influência do primeiro eixo da ordenação, foram: *Ambrysus* sp., *Brachymetra* sp., *Cylindrostethus* sp., *Mesovelvia* sp. *Microvelia hinei*, *Microvelia* sp.3, *Paravelia* sp.1, *Rhagovelvia amazonensis*, *Stridulivelia alia*, *Stridulivelia* sp. e *Tachygerris* sp.

Aos igarapés 9 e 33 foram relacionadas as espécies *Microvelia hinei*, *Microvelia* sp.3, *Paravelia* sp.1, *Brachymetra* sp. e *Cylindrostethus* sp. Esses igarapés são de 3ª ordem e apresentaram as maiores velocidades de correnteza. Contrariando os dados obtidos, representantes de *Microvelia* são encontrados em uma grande variedade de habitats aquáticos, principalmente ambientes lênticos (Taylor & McPherson, 2003); sobre a superfície de ambientes lênticos com alguma vegetação, às vezes em córregos de corrente lenta (Bachmann, 1998). *Microvelia*

hinei é encontrada em margens de poças formadas por nascentes (limnocreno) (Stevens & Polhemus, 2008). Apesar de *Paravelia* sp.1 ser relacionada a ambientes com altos valores de velocidade de correnteza, o gênero normalmente não habita diretamente a superfície de águas, sendo os indivíduos encontrados em vegetação emergente e, ocasionalmente, em vegetação um pouco distante da água. (Smith & Polhemus, 1978). Representantes de *Brachymetra* habitam a superfície tanto de ambientes lênticos, quanto de ambientes lóticos, patinando rapidamente sobre águas tranqüilas, apesar de estarem presentes em córregos e rios com apreciável velocidade de correnteza (López-Ruf, 1994). Representantes de *Cylindrostethus* são relacionados a ambientes lóticos. São encontrados em riachos e rios com correnteza fraca (Nieser & Melo, 1997), em áreas sombreadas de riachos onde a correnteza é maior (Melo & Nieser, 2004) ou moderada e sem a presença de macrófitas (Souza *et al.*, 2006).

Aos igarapés 8, 10, 18 e 19 foram relacionadas às espécies *Ambrysus* sp., *Rhagovelia amazonensis* e *Stridulivelia* sp. Desses igarapés, apenas o de número 18 é de 2ª ordem, os outros são de 3ª ordem, e todos apresentaram valores significativos de profundidade e largura. Espécies de *Ambrysus* são encontradas principalmente em riachos, mas algumas ocorrem em lagos. De acordo com Polhemus & Chapman (1979), os representantes de *Ambrysus* vivem agarrados em pedras ou seixos no leito dos córregos mais rápidos ou nadam em córregos mais lentos e em lagos, têm preferência pelas suas margens. Indivíduos de *Ambrysus stali*, *A. bifidus* e *A. usingeri*, são capazes de viver na época seca em lagoas estagnadas ou no leito de córregos (Nieser, 1975). *Ambrysus usingeri* apresentou relação com velocidade e largura do igarapé. Pereira (2004) encontrou exemplares de *Ambrysus* em pequenos cursos d'água com vegetação de floresta relacionados com velocidade e largura dos igarapés. Representantes de *Rhagovelia* e *Stridulivelia* tem hábitos gregários (Morales-Castaño & Molano-Rendón, 2008), e deslocam-se para as margens para fugir da correnteza e a procura de presas.

Aos igarapés 4, 5, 22 e 26 foram relacionadas às espécies *Tachygerris* sp., *Stridulivelia alia* e *Mesovelia* sp. Todos esses igarapés são de 1ª ordem e apresentaram baixos valores de profundidade, largura e velocidade. Representantes de *Tachygerris* são habitantes de poços, lagos ou remansos de ambientes lóticos, locais com baixa velocidade de correnteza (Molano-Rendón, 2008). Na literatura não há informações sobre a ecologia de *Stridulivelia alia*, mas como já citado

anteriormente por Morales-Castaño & Molano-Rendón *et al.*, (2008), os representantes do gênero *Stridulivelia* habitam as margens para fugir da correnteza. Bachmann (1998) relata que os representantes de *Stridulivelia* são habitantes da superfície da água de ambientes lênticos. Mesoveliidae são heterópteros geralmente encontrados na superfície de águas calmas ou na vegetação (Nieser & Melo, 1997; Moreira *et al.*, 2008). De acordo com Neering (1954), *Mesovelia mulsanti* não vive em águas abertas, mas vive em ambientes amplos como, pântanos, brejos e lagoas, ao longo de suas margens, se deslocando sobre a superfície da água ou sobre qualquer vegetação.

As espécies que sofreram influência do segundo eixo da ordenação foram: *Brachymetra shawi*, *Hebrus* sp.1, *Heterocorixa minuta*, *Platyvelia* sp., *Rhagovelia* sp., *Stridulivelia quadrispinosa*, *Tachygerris cf. opacus*, *Tenagobia incerta*.

Aos igarapés 1, 11, 13, 14, 15 e 17, foram relacionadas às espécies *Brachymetra shawi*, *Hebrus* sp.1, *Heterocorixa minuta*, *Platyvelia* sp., *Stridulivelia quadrispinosa*, *Tachygerris cf. opacus*, *Tenagobia incerta*. Todos os igarapés são de 1ª ordem com exceção do número 17 que é de 2ª ordem, e todos apresentaram associação com maior condutividade elétrica da água. Maiores valores de condutividade são encontrados na estação seca, no inverno e em longos períodos de estiagem, influenciando na concentração de íons presentes (Callisto *et al.*, 2001. Ribeiro & Uieda, 2005). Ao igarapé 30 foi relacionada à *Rhagovelia* sp. Esse igarapé é de 2ª ordem e apresentou associação com o decréscimo da condutividade.

4.5 - Índices da estrutura da comunidade

A diversidade de heteroptera medida através da riqueza taxonômica apresentou-se maior nos igarapés 1, 8, 14, 17, 18 e 29 (Tabela 8). A riqueza taxonômica não variou com a ordem do igarapé, porque os igarapés de número 1 e 14 são de 1ª ordem, os de número 14, 18 e 29 são de 2ª ordem, e o de número 8 é de 3ª ordem. Todos esses igarapés estão presentes em uma área de conservação bem preservada, mas apresentam algumas características que sugerem o porquê de apresentarem uma maior riqueza taxonômica. Com exceção dos igarapés 17 e 18, os outros estão mais ao centro da Reserva, longe da borda e próximos ao platô

central que corta a reserva de norte a sul. Todos são abastecidos por outros igarapés menores e de nascente.

Índices de diversidade foram escolhidos de acordo com o peso que se quis conferir a espécies raras e comuns. O índice de Shannon-Wiener e o índice de Simpson são índices de riqueza que representam dois extremos do mesmo conceito, o primeiro valoriza espécies raras, e o segundo destaca a abundância das espécies mais comuns (Araújo, 1998; Magurran, 1988; Odum, 1988). O resultado desses dois índices mostra que seus valores são muito próximos, determinando a separação dos igarapés com maior diversidade, sendo eles os igarapés 1, 8, 11, 17, 29 e 30 (Tabela 9). Esses igarapés pertencem a três micro-bacias das cinco presentes na Reserva Ducke. Isso significa que os índices expressam tanto a importância relativa de cada espécie, como a maior dominância por uma ou poucas espécies.

O resultado do índice de equitatividade mostrou altos valores, sendo os maiores encontrados nos igarapés 1, 2, 8, 11, 17, 23, 24, 30 e 37 (Tabela 9). Esses nove igarapés pertencem a todas as cinco micro-bacias presentes na Reserva Ducke. Os elevados índices de equitatividade obtidos nas amostras indicaram equilibrada distribuição de espécies, sugerindo a ausência de espécies dominantes.

CAPÍTULO 2

EFEITOS DA POLUIÇÃO E DO DESMATAMENTO SOBRE A COMUNIDADE DE GERROMOPHA E NEPOMORPHA (INSECTA: HETEROPTERA) NOS IGARAPÉS DO MUNICÍPIO DE MANAUS, AMAZONAS

1 - INTRODUÇÃO

Heteroptera é um dos maiores grupos de insetos, sendo encontrados nos ambientes terrestre, semi-aquático e aquático. Os heterópteros relacionados ao ambiente aquático são divididos em três infraordens: Gerromorpha, Nepomorpha e Leptopodomorpha, todos predadores, exceto Corixidae (Merritt & Cummins, 1996). Tanto seus imaturos, quanto seus adultos dominam ambientes dulcícolas como, poças, lagos, rios e ambientes marinhos. De acordo com McCafferty (1981), embora a maioria das espécies prefira águas tranqüilas, alguns podem ser encontrados em córregos e rios, e outros podem ser encontrados em áreas de correnteza. Os Gerromorpha tem a capacidade de se deslocarem sobre a superfície da água (Schuh & Slater, 1995) e os Nepomorpha transitam na coluna d'água ou vivem às margens, como Ochteridae e Gelastocoridae (Bachmann, 1998). Leptopodomorpha são insetos semi-aquáticos que vivem às margens dos corpos d'água. Na região Neotropical são encontrados em grande número em riachos e lagos (Giller & Malmqvist, 1998).

Na região Neotropical são conhecidas cerca de 18 famílias, 46 gêneros e 556 espécies de Gerromorpha, 52 gêneros e 732 espécies de Nepomorpha e, 7 gêneros e 42 espécies de Lepdopodomorpha totalizando 1.289 espécies, sendo então a região Neotropical a que apresenta maior diversidade de Heteroptera semi-aquáticos e aquáticos do mundo (Polhemus & Polhemus, 2008) (Tabela 1).

No estado do Amazonas foram realizados alguns estudos sobre a heteropterofauna. Drake & Harris (1935) estudaram a biologia de Veliidae,

Mascarenhas (1978) estudou a biologia de *Limnogonus* (Gerridae), Nieser (1975) estudou a biologia e a taxonomia da fauna de Nepomorpha de uma parte da Amazônia brasileira, Polhemus (1991), Polhemus & Polhemus (1985, 1993) e Polhemus & Spangler (1989, 1995) estudaram a biologia e descrição de algumas espécies de Veliidae e Gerridae, Godoy (2007) estudou a estrutura da comunidade de Gerromorpha, Pereira (2007a,b) e Pereira & Melo (2007) acrescentaram informações taxonômicas e ecológicas dos heterópteros aquáticos, Ribeiro & Alecrim (2008) estudaram a taxonomia de duas espécies de Belostomatidae. Moreira *et al.*, (2008), registram pela primeira vez a ocorrência de *Mesovelgia mulsanti* e *M. zeteki* na várzea do rio Amazonas e publicaram uma chave taxonômica de espécies de Mesoveliidae presentes na mesma área.

Os parâmetros ambientais, físicos e físico-químicos relacionados ao hábitat têm demonstrado grande relação com a distribuição de insetos (Estévez, 1996). As comunidades de invertebrados aquáticos são fortemente influenciadas pela qualidade da água e as condições do habitat (Stevens & Polhemus, 2008). A distribuição dos organismos aquáticos está relacionada principalmente, com as características do substrato e a vazão (Merritt & Cummins, 1996). De acordo com Whitton (1975) a distribuição dos macroinvertebrados está relacionada à velocidade da correnteza, ao substrato, ao alimento, à temperatura, ao oxigênio dissolvido e demais organismos. Além desses fatores, o nível da água e a presença de macrófitas são relacionados à distribuição de organismos aquáticos. O nível da água é um importante fator na determinação da abundância e diversidade de Nepomorpha em ecossistemas lânticos costeiros (Ribeiro *et al.*, 1998). Macrófitas como algumas angiospermas e pteridófitas aquáticas estão associadas a insetos aquáticos (Ward, 1992). A temperatura pode ser responsável pela distribuição em zonas e estratificação que ocorrem nos ambientes aquáticos, levando em conta que os animais podem muitas vezes reduzir os efeitos limitantes da temperatura e de outras condições físicas de existência (Odum, 1988). Provavelmente a velocidade da correnteza seja o fator ambiental que mais contribuiu para alterar a distribuição dos organismos de ambientes lóticos, tanto os que vivem na coluna d'água quanto os que vivem no substrato de fundo (Pereira, 2007a).

A distribuição de heterópteros também é relacionada com parâmetros ambientais. A distribuição de Nepomorpha foi influenciada por íons dissolvidos na água, temperatura, acidez, macrófitas e tipo de substrato de fundo (Ribeiro *et al.*,

1998). Jáimez-Cuéllar *et al.*, (2000), encontrou muitos heterópteros relacionados com vegetação e substrato de lama, areia, cascalho e pedras. Neri *et al.*, 2005, coletou muitos heterópteros em áreas com vegetação arbórea e arbustiva.

Muitos estudos relacionam os impactos antrópicos em riachos a macroinvertebrados que são afetados por alterações nas características físicas e químicas de seu habitat (Figuerola, 2003), sendo eficientes como um monitor da qualidade de cursos d'água (Miserendino & Pizzolón, 2001), em desmatamento e impactos na agricultura (Benstead *et al.*, 2003; Cleto Filho & Walker, 2001). A diversidade de insetos aquáticos está sujeita a um grande número de ameaças, água contaminada por poluição química da indústria e da agricultura, a destruição física de habitats devido a represamentos de cursos d'água, a introdução de espécies exóticas na biota aquática, principalmente peixes e assoreamento por destruição da cobertura vegetal (Polhemus & Polhemus, 1993).

Gerromorpha e Nepomorpha são muito vulneráveis a diversos modos de contaminação, pois estão estreitamente relacionados ao ambiente aquático (Bachmann, 1998). Poluentes de forma geral afetam as propriedades químicas e físicas da água. A poluição por água servida pode acarretar uma grande quantidade de detergente no meio ambiente, diminuindo a tensão superficial da água. Estruturas respiratórias como os pêlos hidrófobos podem se aderir uns aos outros impedindo a retenção de oxigênio, e também a perda da capacidade de se locomover sobre a superfície da água (Bachmann, 1998). Predadores como os heterópteros podem também serem afetados pelo acúmulo de poluição através da cadeia alimentar.

Johnson *et. al.*, (1993) relata que certas espécies de Belostomatidae, Corixidae e Hydrometridae toleram uma grande quantidade de matéria orgânica onde eleva-se a quantidade de nitrogênio; e que certas espécies de Nepidae e Notonectidae toleram um determinado valor de fósforo dissolvido na água. Notonectidae, Naucoridae, Corixidae e Pleidae, teoricamente podem ser afetados pela diminuição do oxigênio dissolvido na água, pois estes grupos vivem submersos, apesar de respirarem ar atmosférico.

A presença de Corixidae é afetada pela maior exposição do grupo a temperatura, alterando o seu tempo de desenvolvimento, o crescimento, e a taxa reprodutiva (Sweney, 1984). O aumento da temperatura pode ser desencadeado pela retirada da cobertura vegetal através do desmatamento que deixa uma maior superfície exposta ao sol. Com menos cobertura vegetal, menos material alóctone

ocorrerá nos cursos d'água, alterando o alimento disponível e afetando o desenvolvimento de insetos, como Notonectidae (Sweney, 1984).

Manaus, capital do Estado do Amazonas, a partir da implantação da Zona Franca não teve uma política de controle ambiental que acompanhasse o crescimento urbano (Horbe *et al.*, 2005). Foi a cidade que mais cresceu entre as 13 cidades brasileiras com mais de 1,5 milhão de habitantes, mas um crescimento desordenado, porque possui inúmeros bairros periféricos sem infra-estrutura e áreas ambientais degradadas (Scherer, 2004). Manaus apresenta um quadro de saneamento extremamente precário, menos de 3% das moradias possuem rede de esgoto, conseqüentemente ocorreu uma ocupação desordenada do solo, destruição da cobertura vegetal e os cursos d'água que cortam Manaus se tornaram poluídos, tanto pela água servida das residências ou lançamento *in natura* da maior parte dos esgotos domiciliares da cidade, quanto por poluentes industriais jogados diretamente nos igarapés. Muitas edificações dispõem de fossa, mas lançam freqüentemente seus efluentes nos corpos d'água ou nas redes pluviais (Rovere *et al.*, 2002). Esse fato é de grande relevância, pois a cidade apresenta uma rede de igarapés que formam um sistema fundamental das bacias de drenagem (Melo *et al.*, 2005).

O aumento da urbanização e a diminuição da cobertura vegetal reduzem a qualidade biológica dos ambientes aquáticos (Roy *et al.*, 2003). O crescimento de Manaus vem da derrubada, principalmente de áreas de floresta primária, áreas verdes freqüentemente invadidas para a construção de conjuntos habitacionais (Melo *et al.*, 2005). Quando isto não ocorre, as moradias ficam localizadas em faixas marginais dos cursos d'água, em palafitas precárias em áreas consideradas como de preservação permanente, onde ocorrem cerca de 70 mil moradias e 300 mil pessoas (Rovere *et al.*, 2002).

Ainda existem poucos estudos para avaliar o impacto antropogênico na comunidade de Heteroptera. Os Heteroptera são insetos na sua maioria cosmopolitas, vivem em uma diversidade de habitats, comparado com o número de espécies descritas (Schuh & Slater, 1995) e são importantes predadores de outros grupos de insetos transmissores de doenças. O estudo sobre a distribuição de Heteroptera em áreas de igarapés urbanos poderá ser utilizado como ferramenta para avaliar as condições ecológicas dos rios. Pesquisas sobre alterações ambientais em áreas urbanas podem levar a uma conscientização ambiental da população sobre o meio onde vivem. Esse conhecimento leva ao monitoramento do

ambiente, melhorando a qualidade de vida das populações ribeirinhas.

O objetivo desse capítulo é caracterizar a fauna de Gerromorpha e Nepomorpha, quanto á composição e estrutura, verificar sua distribuição espacial através dos meso-habitats e diferenças entre os períodos sazonais, além de verificar os efeitos da poluição e do desmatamento sobre a comunidade de heteroptera nos igarapés urbanos, Manaus, Amazonas.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Área de Estudo

Foram amostrados igarapés na área urbana de Manaus, Amazonas (Figura 11).

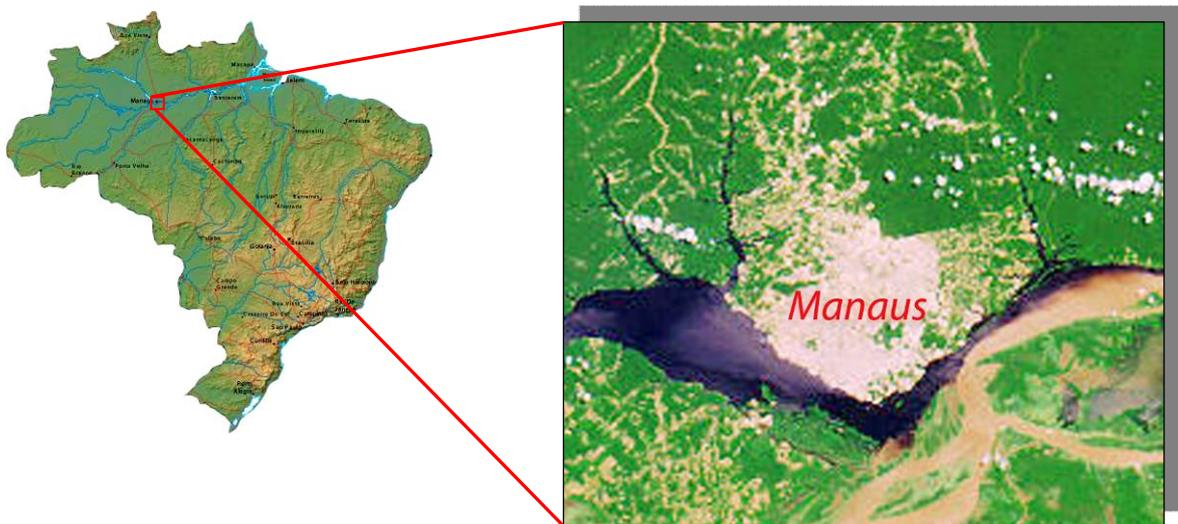


Figura 11: Localização geográfica de Manaus, Amazonas. Modificado de <http://www.guiageo-americas.com>.

2.1.1 – Município de Manaus

Localizada na região Norte do Brasil, Manaus, a capital do Estado do Amazonas tem acesso principal por via fluvial ou aérea. A área urbana de Manaus situa-se entre as coordenadas 03°07' latitude Sul e 59°57" longitude Oeste e com área territorial de 11.159 Km² (Prefeitura de Manaus, 2008). Manaus está localizada na margem esquerda do rio Negro e possui área urbana de 377 Km² (Rovere *et al.*, 2002) com uma concentração de 74,92% da população na área urbana (1.646.602 habitantes) (IBGE, 2008). Manaus faz divisa ao norte com o município de Presidente Figueiredo, ao sul com os municípios de Iranduba e Careiro, a leste com os municípios de Rio Preto da Eva e Itacoatiara, e a oeste com o município de Novo Airão (Nogueira, *et al.*, 2007; Rovere *et al.*, 2002).

Manaus apresenta altitude variável entre 25 m acima do nível do mar (zona portuária) e cotas superiores a 100 m (áreas próximas ao aeroporto Eduardo Gomes). Seu clima é equatorial úmido, temperatura média/dia/anual de 26,7 °C com variações média/dia de 23,3 °C e 31,4 °C. A umidade relativa do ar fica em torno de 80% e a média/dia de precipitação anual, de 2.100mm. A região possui apenas duas estações, chuvosa (inverno) de dezembro a maio, período em que a temperatura é mais amena, porque chove quase que diariamente. A outra é a seca ou menos chuvosa (verão), de junho a novembro, período de sol intenso e temperatura elevada, em torno de 38 °C, chegando a atingir, no mês de setembro, em torno de 40 °C. Neste período ocorrem fortes pancadas de chuva de pouca duração (Prefeitura de Manaus, 2008).

2.1.2 – Igarapés em área urbana

Quatro coletas foram realizadas no período de 10.08.2004 a 15.06.2005 em 30 igarapés (Tabela 10). As coletas foram determinadas de acordo com pulso de inundação do rio Negro (Junk *et al.*, 1989): vazante, seca, enchente, cheia. Os igarapés estão distribuídos ao longo de três bacias hidrográficas selecionadas com o intuito de cobrir a maior área possível. Na área urbana de Manaus, os igarapés

estudados estão localizados em três micro-bacias: micro-bacia do Tarumã, São Raimundo e Educandos (Figura 12).

A micro-bacia do Tarumã possui igarapés de águas pretas devido à decomposição de material orgânico (folhas, galhos, etc) produzido pela floresta. Sua carga de sedimentos é baixa e os rios são transparentes, tem pH ácido (<4) e condutividade elétrica pode chegar a $8 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}/20 \text{ }^\circ\text{C}$ (Sioli & Kling, 1962; Junk, 1983). O igarapé do Tarumã apresenta diversos afluentes nascendo na Reserva Ducke e percorrendo a cidade no sentido Leste-Oeste, e apresentando nesta região 22% da área construída de uso residencial e 18,6% da área total construída da cidade (Rovere *et al.*, 2002). Também fazem parte da micro-bacia do Tarumã os igarapés do Leão, do Mariano, do Bolívia e do Tarumãzinho.

A micro-bacia do São Raimundo cujo principal tributário é o igarapé Mindu, percorre o centro da cidade no sentido Nordeste-Sul. O igarapé Mindu tem suas nascentes preservadas e localizadas em área de floresta primária distanciada 2 Km dos núcleos de ocupação humana no bairro Jorge Teixeira, Zona Leste, próximo a Reserva Ducke, e a partir desse ponto até sua foz, no rio Negro, recebe dentre outros, esgotos domésticos e lixo (Cleto Filho & Walker, 2001; Rovere *et al.*, 2002). Também fazem parte da micro-bacia do São Raimundo os igarapés dos Franceses, do Binda e de Manaus. Todos esses igarapés passam por vários bairros de Manaus, recebendo como o igarapé do Mindu, esgoto, lixo, dentre outros.

A micro-bacia do Educandos tem seu principal tributário o igarapé do Quarenta, que percorre a cidade também no sentido Nordeste-Sul. O igarapé do Quarenta tem sua nascente em vegetação típica de mata primária e está localizado no bairro Armando Mendes. De sua nascente até a confluência com o igarapé do Educandos, passa pelo distrito industrial e uma vasta área residencial onde recebe efluentes das indústrias, esgotos e lixo domésticos (Scherer & Filho, 2004). Também fazem parte da micro-bacia do Educandos o igarapé da Cachoeirinha e do Mestre Chico. Esses dois igarapés cruzam vias importantes da cidade de Manaus, e atravessam um vale, por isto, estão sujeitos a inundações.

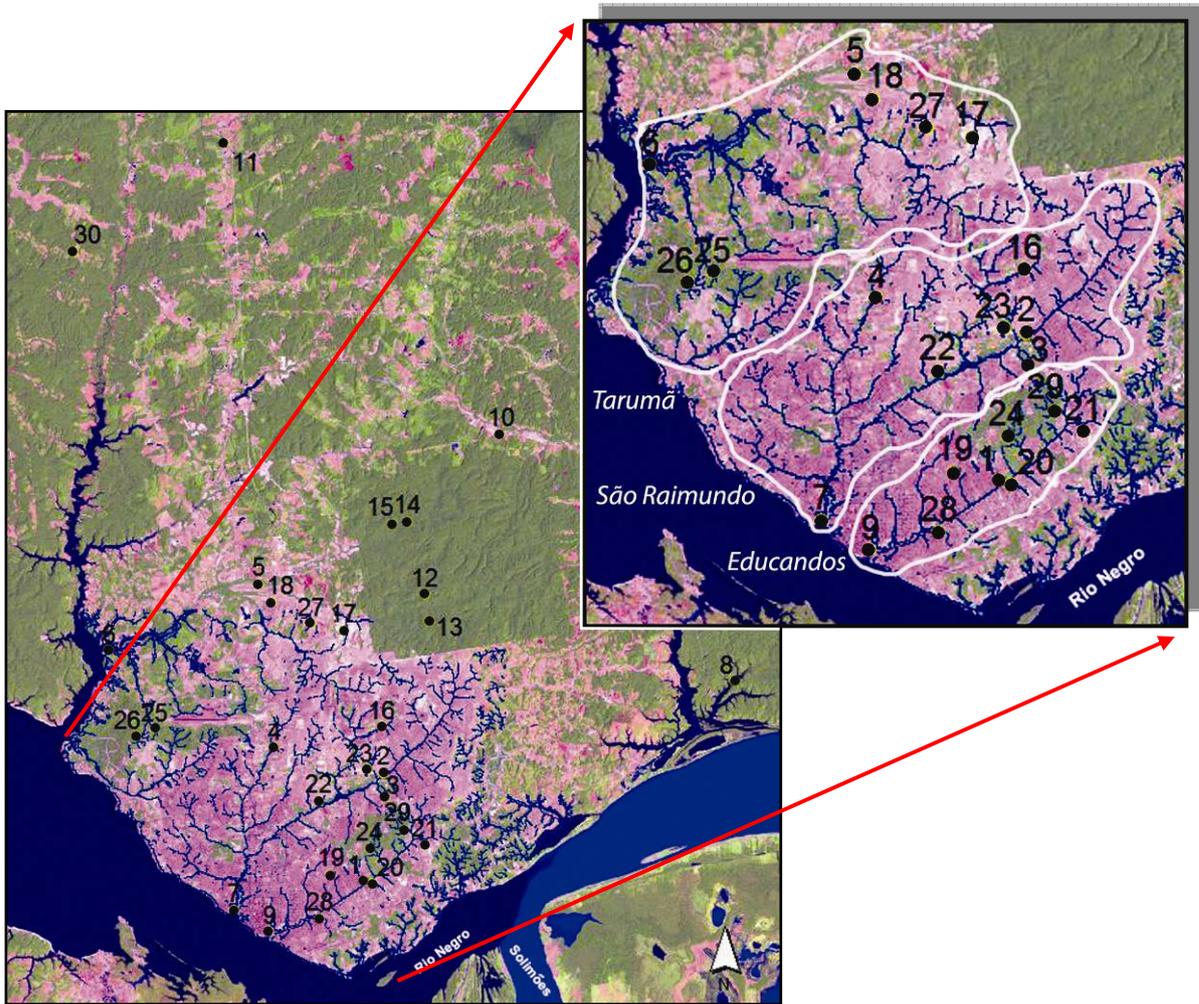


Figura 12: Localização dos pontos de coleta nos igarapés urbanos de Manaus, com destaque para as micro-bacias do Tarumã, São Raimundo e Educandos.

Tabela 10: Numeração dos pontos de coleta, localização geográfica e endereços ou pontos de referência dos igarapés urbanos de Manaus, Amazonas.

Igarapés	GPS		Endereço e/ou pontos de referência
	S	W	
1	03°06'54,1"	59°58'15,0"	Travessa Samauma
2	03°03'48,1"	59°57'46,1"	Rua Parauri
3	03°03'53,0"	59°57'44,9"	Rua José Romão (Próximo ao hospital João Lúcio)
4	03°03'04,4"	60°00'50,2"	Rua Paulo Araújo (Conj. dos Subtenentes)
5	02°58'23,4"	60°01'16,4"	Meio do Tarumã
6	03°00'17,9"	60°05'29,4"	Foz do Tarumã
7	03°07'41,5"	60°01'58,9"	Foz do Mindu
8	03°01'13,5"	59°47'50,2"	Mainã grande (próximo a base do exército)
9	03°08'19,5"	60°00'59,5"	Foz do Quarenta
10	02°54'07,4"	59°54'25,2"	Ramal Água Branca
11	02°45'47,7"	60°02'12,2"	Entre os kms 24 e 25
12	02°58'42,6"	59°56'34,9"	R.D. (Bo) N-S 3, L-O 7
13	02°59'28,5"	59°56'29,0"	R.D. (Bo 12)
14	02°56'37,3"	59°57'03,6"	R.D. (Ac 22)
15	02°56'41,0"	59°57'28,9"	R.D. (Ac 14)
16	03°02'28,7"	59°57'48,9"	Rua 247, Cidade Nova
17	02°59'42,2"	59°58'53,1"	Meio da Nova Cidade
18	02°58'53,5"	60°00'54,1"	Rua 7 de maio, Sta Etelvina
19	03°06'41,7"	59°59'15,6"	Rua 32, Japiim
20	03°06'58,0"	59°58'05,6"	Rua Javari, Distrito Industrial
21	03°05'51,2"	59°56'36,4"	Campo de uma transportadora, Distrito Industrial
22	03°04'35,3"	59°59'34,5"	Rua A, Conj. Shangrila
23	03°03'42,6"	59°58'10,6"	Parque das Garças
24	03°05'56,9"	59°58'10,1"	Mini Campus da UFAM
25	03°02'31,4"	60°04'13,9"	Estrada do Turismo
26	03°02'45,4"	60°04'43,7"	Av do Turismo (Conjunto próximo ao cemitério Tarumã)
27	02°59'32,0"	59°59'46,4"	Rua das Palmeiras, Monte das Oliveiras
28	03°07'56,8"	59°59'33,9"	Rua Sta Helena, beco Kleber
29	03°05'24,2"	59°57'11,6"	Igarapé da Cobra, Armando Mendes, Campus da UFAM
30	02°48'52,4"	60°06'28,0"	Ramal São José, Km2 lote 312 , Comunidade do Pau Rosa

Foram amostrados igarapés urbanos de Manaus com diferentes tipos de perturbação ambiental. Igarapés com retirada parcial a completa da vegetação marginal, poluídos por esgotos domésticos e industriais levando a ambientes completamente eutrofizados (Figura 13).



Figura 13: Imagens de igarapés urbanos de Manaus com diferentes tipos de perturbação ambiental e representativos das áreas amostradas.

2.2 - Metodologia de Campo

As coletas dos heterópteros aquáticos foram realizadas com auxílio de redes entomológicas aquáticas (rapichés) (Figura 14), confeccionadas com haste de alumínio, lona e nylon com malha de 0,4mm², adequadas para captura de insetos habitantes do plêuston, nekton e associados à vegetação marginal. Os insetos foram coletados em um transecto de 50m da jusante para montante, nas duas margens e acondicionados em diferentes frascos e etiquetados de acordo com as características do local (meso-hábitats) e, fixados em álcool 80°GL.



Figura 14: Coletor com rede entomológica aquática (Rapiché) em igarapé impactado.

Os meso-hábitats amostrados foram, macrófitas, bancos de folhíço, kinon, raízes expostas, espuma formada pela movimentação das águas nas cachoeiras e corredeiras, e areia a margem das coleções aquáticas. As macrófitas são plantas aquáticas que fornecem um importante abrigo para insetos predadores; kinon constituído por um conjunto de folhas caídas, ramos, caules, cascas, frutos e organismos aquáticos depositados as margens das coleções aquáticas que foram deslocados por deriva (Fittkau, 1977); e a espuma é formada pela movimentação

das águas nas cachoeiras e corredeiras (Figura 15). Nestes locais os insetos encontram alimento, refúgio, local de acasalamento, entre outros.



Figura 15: Meso-habitats amostrados: macrófitas (a), bancos de folhiço (b), kinon (c), raízes expostas (d), espuma (e), e areia (f).

2.3 - Parâmetros ambientais

Parâmetros abióticos como pH, condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$), oxigênio dissolvido (mg/l), temperatura ($^{\circ}\text{C}$), velocidade(m/s), largura(m), profundidade (m), foram mensuradas em três diferentes pontos dos igarapés. Hg (ng/l), desmatamento (%), vegetação primária (%), vegetação secundária (%), N (total) e P (total) também foram amostrados.

Para medir o pH utilizou-se um pHmetro portátil WTW modelo pH 90, e a condutividade elétrica um condutivímetro portátil WTW modelo LF 90. O oxigênio dissolvido e a temperatura foram aferidos com oxímetro portátil YSI, modelo 55. A velocidade do escoamento da água foi obtida pelo método do “flutuador”, observando o tempo percorrido por um recipiente plástico na distância de um metro. A profundidade foi medida com régua nos locais mais rasos e com corda marcada nos locais mais profundos. O Hg foi analisado pela técnica de oxidação ultravioleta/fluorescência atômica no laboratório de Biologia Ambiental na UFPA. As porcentagens de desmatamento, vegetação primária e secundária foram calculados pelo Projeto de Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF) através de imagens de satélite (apêndice A). As análises das concentrações de nitrogênio e fósforo totais foram realizadas com amostras de 60mL da água de cada igarapé e analisados no Laboratório Temático de Solos e Plantas do INPA de acordo com a metodologia de Valderrama (1981).

Baseados nos protocolos de Nessimian *et al.*, (2006) e Petersen (1992), foi aplicado o protocolo que contém parâmetros que refletem as condições ambientais do igarapé e da sua margem (Tabela 11).

Tabela 11: Protocolo de avaliação rápida de bacias hidrográficas, baseado em Petersen (1992) e Nessimian *et al.* (2006).

PARÂMETROS	ESCALA
1) Padrão do uso da terra além da zona de vegetação ribeirinha	<ol style="list-style-type: none"> 1. Floresta continua / Fragmento de 100 ha – depois fragmento de 10 ha 2. Capoeira Cecropia 3. Capoeira Vismia 4. Pasto 5. Cultivos agrícolas de ciclo longo/estrada 6. Cultivos agrícolas de ciclo curto
2) Largura da mata ciliar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Continuidade da mata ciliar com a floresta adjacente 2. Mata ciliar bem definida com mais de 30 metros 3. Mata ciliar bem definida entre 5 a 30 metros 4. Mata ciliar bem definida entre 1 a 5 metros 5. Mata ciliar ausente com alguma vegetação arbustiva 6. Vegetação arbustiva ciliar ausente
3) Estado de preservação da mata ciliar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mata ciliar intacta sem quebras de continuidade 2. Quebra ocorrendo em intervalos maiores que 50 metros 3. Quebra frequente com algumas cicatrizes e barrancos 4. Cicatrizes profundas com barrancos ao longo do seu comprimento
4) Estado da mata ciliar dentro de uma faixa de 10 metros	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mais de 90% da densidade é constituída de árvores não pioneiras ou nativas 2. espécies pioneiras mescladas com árvores maduras 3. Mescla de grama com algumas árvores pioneiras e arbustos 4. Vegetação constituída de grama e poucos arbustos
5) Dispositivos de retenção	<ol style="list-style-type: none"> 1. Canal de rochas e/ou troncos firmemente colocados no local 2. Rochas e/ou troncos presentes, mas preenchidos com sedimento 3. Dispositivo de retenção solto movendo-se com o fluxo 4. Canal livre com poucos dispositivos de retenção
6) Sedimentos no canal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pouco ou nenhum alargamento resultante do acúmulo do sedimento 2. Algumas barreiras de cascalho e pedra bruta e pouco silt 3. Barreira de sedimento e pedras, areia e silt comuns 4. Canal dividido em tranças ou rio canalizado
7) Estrutura do barranco do rio	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ausência de barrancos 2. Barranco estável de rochas e/ou pedras firmes, coberto de grama, arbustos e raízes 3. Barranco firme, coberto por grama e arbustos 4. Barranco com solo livre e uma camada esparsa de grama e arbustos 5. Barranco instável com solo e areia soltos, facilmente perturbável
8) Escavação sob o barranco	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pouca ou nenhuma evidência, ou restrita a áreas de suporte de raízes 2. Escavações apenas nas curvas e considerações 3. Escavações frequentes 4. Escavações severas ao longo do canal, com queda de barrancos
9) Leito do rio	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fundo de pedras de vários tamanhos, agrupadas, com interstício óbvio 2. Fundo de pedra facilmente móvel, com pouco silt

- | | |
|---|--|
| | 3. Fundo de silt, cascalho e areia em locais estáveis |
| | 4. Fundo uniforme de silt e areia livres, substrato de pedra ausente |
| 10) Áreas de corredeiras, poções e meandros | 1. Distintas, ocorrendo em intervalos de 5 a 7 vezes a larguras do rio |
| | 2. Espaçamento irregular |
| | 3. Longos poções separando curtas áreas de corredeiras, meandros ausentes |
| | 4. Meandros e áreas de corredeiras/poções ausentes ou rio canalizado |
| 11) Vegetação aquática | 1. Quando presente consiste de musgos e manchas de algas |
| | 2. Algas dominantes nos poções, plantas vasculares semi-aquáticas ou aquáticas ao longo da margem. |
| | 3. Emaranhados de algas, algumas plantas vasculares e poucos musgos |
| | 4. Algas emaranhadas no fundo, plantas vasculares dominam o canal |
| 12) Detritos | 1. Principalmente folhas e material lenhoso sem sedimento |
| | 2. Principalmente folhas e material lenhoso com sedimento |
| | 3. Pouca folha e madeira, detrito orgânicos finos, floculentos, sem sedimento |
| | 4. Nenhuma folha ou madeira, matéria orgânica bruta e fina com sedimento |
| | 5. Sedimento fino ou anaeróbio, nenhum detrito bruto |

2.4 - Identificação da Heteropterofauna

A identificação dos heterópteros coletados foi baseada em Andersen (1982), Nieser (1975), Nieser & Melo (1997), Pereira *et. al.*, (2007a), e trabalhos taxonômicos específicos. O material já depositado na coleção do INPA também foi utilizado como referência.

2.5 – Análise de dados

Através do método de escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) foram feitos dendrogramas a partir de análises de agrupamento e ordenação das amostras com o objetivo de visualizar a estrutura da comunidade e reunir em um mesmo grupo, conjuntos similares.

Nos agrupamentos, os dendrogramas da composição de espécies de heterópteros foram analisados utilizando os índices de similaridade de Sorensen (presença/ausência) e Bray-Curtis (abundância) entre os locais amostrados e os períodos chuvoso e seco. Esses dois métodos foram selecionados porque são métodos complementares.

Os índices de similaridades são um tipo de índice de diversidade expresso por um único número e que não representam a composição total de uma comunidade, mas permitem dimensionar a riqueza, a igualdade e a diversidade nos diferentes ambientes estudados (Kennedy & Smith, 1995; Matos *et al.*, 1999). Esses índices são utilizados para estimar a β -diversidade, tanto para dados qualitativos quanto para dados quantitativos (Magurran, 1988). Sorensen é um coeficiente de similaridade binário (presença/ausência) que exclui as duplas-ausências e valoriza a ocorrência simultânea de duas espécies (Valentin, 1995). Bray-Curtis é um coeficiente de distância que também exclui as duplas-ausências e é fortemente influenciado pelas espécies dominantes; as espécies raras têm pouco valor (Valentin, 2000). As fórmulas dos índices de similaridade de Sorensen e Bray-Curtis estão relacionadas abaixo:

$$\text{Sorensen} = \frac{2a}{2a + b + c} \quad \text{Bray-Curtis} = \frac{b + c}{2a + b + c}$$

onde a é o número de espécies comuns às duas amostras (A e B), b e c sendo o número de espécies ocorrendo em uma ou outra amostra, ou seja, b é o número de espécies na amostra B, mas não em A, c é o número de espécies na amostra A, mas não em B.

Nas ordenações, o método de Escalonamento Multidimensional não Métrico (“Non-metric Multi Dimensional Scaling” - NMDS) foi utilizado para ordenar a composição de espécies de heterópteros através do índice de similaridade de Sorensen entre os igarapés urbanos amostrados e os períodos sazonais.

NMDS é uma análise exploratória para projeção de distâncias, usadas para explorar visualmente similaridades ou dissimilaridades, tendo o diferencial de outras análises por objetivar análises de regressão com o maior ajuste entre a matriz original de distâncias (Bertan, *et al.*, 2006; Ortega *et al.*, 2005). Esse maior ajuste da regressão ou minimização reflete o “stress” gerado pela representação gráfica de uma variável multidimensional quando traduzida para uma escala bidimensional na forma de eixos cartesianos (Leal Neto, 2007; Tavares, 2004).

A ocorrência de heterópteros e os meso-habitats nos igarapés urbanos de foram verificadas através da Análise de Espécies Indicadoras (“Indicator Species

Analysis"-ISA) de Dufrene & Legendre (1997) e testados com 1000 repetições no teste de Monte Carlo (McCune & Mefford, 1997). As espécies escolhidas como indicadoras das condições ambientais nos meso-habitats apresentaram o maior índice da "Análise de Espécies Indicadoras" para os substratos e a significância do teste de Monte Carlo com $p < 0,05$. Esse teste calcula valores para espécies indicadoras em cada grupo de unidades amostrais escolhido anteriormente, combinando informações sobre abundância relativa e frequência relativa das espécies analisadas.

A Análise de Correspondência Canônica (ACC) foi realizada para verificar a relação dos parâmetros abióticos com a riqueza de heterópteros nos igarapés urbanos. A ACC é um tipo de técnica de ordenação comumente utilizada na ecologia para análise de dados de espécies (presença-ausência ou abundância) (Legendre & Legendre, 1988) que preserva a distância do qui-quadrado que é usada para determinar as relações entre fileiras e colunas, além desse coeficiente excluir as relações duplos-zeros. É uma ferramenta padrão de ordenação para a descoberta e quantificação das associações entre dois conjuntos de variáveis (Härdle & Simar, 2003) onde o resultado do diagrama de ordenação apresenta as amostras, as espécies e os parâmetros ambientais. As espécies são distribuídas próximas às amostras que possuem maior abundância, e distanciadas das amostras onde suas abundâncias são insignificantes (Ter Braak, 1987). O tamanho dos vetores no espaço dimensional representa os parâmetros ambientais, onde vetores menores apresentam menor correlação ao eixo de ordenação do que aqueles representados por eixos maiores (Ter Braak, 1987).

Para verificar a relação dos parâmetros abióticos com a riqueza de Gerromorpha e Nepomorpha nos igarapés estudados utilizaram-se índices de diversidade e regressões múltiplas.

Estimou-se a α -diversidade de cada habitat como a riqueza média de espécies nos locais amostrados através de diferentes índices. Segundo Magurran (1988), índices de diversidade provêm uma alternativa adequada para as medidas de diversidade. O índice de Shannon-Wiener enfatiza a riqueza e homogeneidade e considera que todas as espécies estão representadas na amostra. Já o alfa de Fisher, é uma medida de diversidade que depende do número de indivíduos amostrados e que não permite que a abundância tenha influência sobre a

diversidade. Abaixo estão representadas as fórmulas dos índices de Shannon-Wiener e Alfa de Fisher:

$$\text{Shannon-Wiener} \quad H' = -\sum_{i=1}^s (p_i)(\log_e p_i) \quad \text{Alfa de Fisher} \quad S = \alpha \ln\left(1 + \frac{n}{\alpha}\right)$$

onde S é o número de espécies, p_i é a proporção da espécie i na comunidade e n o número de indivíduos.

A equitatividade foi medida através do índice de Pielou (1966) e calculada de acordo com Ludwig & Reynolds (1988). Os índices de riqueza valorizam as espécies raras enquanto o índice de equitabilidade dá maior ênfase às espécies comuns, refletindo o grau de dominância de espécies em uma comunidade, ou melhor, definindo a capacidade de uma comunidade quanto à uniformidade de distribuição de espécies ou suas abundâncias relativas (Araújo, 1998; Martins e Santos, 1996; Matos *et al.*, 1999).

A fórmula do índice de equitatividade de Pielou está relacionada abaixo:

$$J' = \frac{H'}{H_{\max}}$$

onde J' é o índice de Pielou, H' é o índice de Shannon-Wiener e H_{\max} é a diversidade máxima.

Foi utilizado o Índice de Integridade de Habitat (IIH) baseado nos dados obtidos com o protocolo adaptado de Petersen (1992) e Nessimian *et al.* (2006). O Índice de Integridade de Habitat (IIH), é utilizado para avaliar o impacto das perturbações que acontecem e que diminuem a qualidade de rios e da vegetação marginal decorrentes da captação de água, a barreiras que atrapalhem o fluxo da água e alterações no canal dos habitats amostrados (Maseti, 2005).

Com o intuito verificar a relação dos parâmetros abióticos com a riqueza de heterópteros nos igarapés urbanos, foi utilizado a Análise de Regressão Múltipla. A Análise de Regressão Múltipla é um tipo de associação onde é possível verificar a associação entre as séries de dados. As relações entre uma ou diversas variáveis independentes ou exploratórias (X_1, X_2, \dots, X_k) e valores de uma variável dependente

ou resposta (Y) representadas num diagrama de dispersão (Legendre & Legendre, 1998). Uma das mais importantes aplicações da análise de regressão múltipla é a escolha, entre diversas variáveis independentes, daquelas mais úteis na previsão de Y (Lourenço e Landim, 2004).

Para as análises de ordenação e regressão, os dados das variáveis ambientais, de riqueza e composição foram transformados segundo a fórmula “(valor-média)/desvio” e os dados de abundância foram transformados pela fórmula “log(valor+1)”.

Visando diminuir o efeito de coletas de pontos amostrais em locais diferentes, deixando todas as amostras com o mesmo tamanho, a riqueza de espécies por local amostrado foi obtida pelo método da rarefação, sendo a linha de corte o número de 16 indivíduos ($n = 16$). A Rarefação tem sido considerada um instrumento adequado para a definição da estrutura da comunidade (Hsieh & Li, 1998), pois calcula o número de espécies esperado se todas as amostras tiverem o mesmo tamanho, visando retirar o efeito da amostragem (Magurran, 1988).

Todas as análises estatísticas utilizadas tiveram o grau de significância de 5% ($p < 0,05$) e foram usados os programas: Past 1.4 (Hammer et al., 2001), PC-ORD 4 (McCune & Mefford, 1999) e STATISTICA 6.0 (StatSoft, 2001).

3 - RESULTADOS

3.1 - Riqueza e composição das comunidades de Heteroptera

Nos igarapés urbanos de Manaus foram identificados 1296 espécimes de heterópteros aquáticos e semi-aquáticos. (Tabela 12). Nesse total encontrou-se 47 espécies e 18 morfótipos distribuídos em 27 gêneros e 12 famílias. Algumas das espécies morfotipadas possuem caracteres não contemplados nas chaves taxonômicas existentes. Essas espécies serão mais bem estudadas e podem ser espécies ainda não descritas.

Dez espécies apresentaram maiores porcentagens de participação na comunidade, pertencendo a três famílias diferentes (Tabela 12). Veliidae apresentando a maioria das espécies com maiores porcentagens, totalizando 33,2%, Gerridae com 16,3% e Belostomatidae com 6,4%. Dentre os Veliidae, *Rhagovelia traili* (14,4%), *Stridulivelia tersa* (6,7%), *Stridulivelia strigosa* (3,2%) e *Microvelia cf. hinei* (8,9%). Gerridae apresentando *Brachymetra lata* com 8,4%, *Limnogonus aduncus* com 3,8% e *Rheumatobates crassifemur esaki* com 4,1%. Corixidae representado somente por *Tenagobia incerta* com 8,3%, e Belostomatidae com *Belostoma plebejum* com 3,4% e *B. micantulum* com 3,0%.

Continuação

Código	Espécies	Igarapés																														n ¹	% ²		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30				
Mi9	<i>Microvelia</i> sp.9								2		1		1		13										2					8	27	2,1			
NAU	NAUCORIDAE sp.																								1						1	*			
Neu1	<i>Neogerris</i> cf. <i>lubricus</i>											1																			1	*			
Nel	<i>Neogerris</i> <i>lotus</i>			2	1																										3	0,2			
Neu	<i>Neogerris</i> <i>lubricus</i>																							1							1	*			
Nev	<i>Neogerris</i> <i>visendus</i>			1		1	1	5																							8	0,6			
Oca	<i>Ochterus</i> <i>aeneifrons</i>												10																		10	0,8			
Ocp	<i>Ochterus</i> <i>perbosci</i>			2								7							1					11							21	1,6			
Ocsp	<i>Ochterus</i> sp.																							1							1	*			
Ovo	<i>Ovatametra</i> <i>obesa</i>							6																							6	0,5			
Pab	<i>Paravelia</i> <i>buliallata</i>												2	2										7		1			4	3	19	1,5			
Pa1	<i>Paravelia</i> sp.1																												22	22	22	1,7			
Plsp	<i>Platyvelia</i> sp.																							3		1					4	0,3			
Rac	<i>Ranatra</i> <i>curtafemorata</i>																							1							1	*			
Ram	<i>Ranatra</i> <i>magna</i>				1																										1	*			
Rao	<i>Ranatra</i> <i>obscura</i>	1			2																										3	0,2			
Rap	<i>Ranatra</i> <i>parvula</i>							1																							1	*			
Rga	<i>Rhagovelia</i> <i>amazonensis</i>														1																1	*			
Rga1	<i>Rhagovelia</i> cf. <i>amazonensis</i>												3																		3	0,2			
Rgi1	<i>Rhagovelia</i> cf. <i>insularis</i>																											1			1	*			
Rge	<i>Rhagovelia</i> <i>evides</i>													1	2												7		17	27	27	2,1			
Rgi	<i>Rhagovelia</i> <i>insularis</i>												2	1										1		4		29		37	37	2,9			
Rgsp	<i>Rhagovelia</i> sp.										1	3																			4	0,3			
Rgt	<i>Rhagovelia</i> <i>traili</i>	4	16		57					28	14		6										41	1			4	11	182	182	14,0				
Rhc	<i>Rheumatobates</i> <i>crassifemur esaki</i>					51		1																							52	4,0			
Rhsp	<i>Rheumatobates</i> sp.							4																							4	0,3			
Sta	<i>Stridulivelia</i> <i>alia</i>															2															2	0,2			
Stsp	<i>Stridulivelia</i> sp.											6													1						7	0,5			
Std	<i>Stridulivelia</i> <i>stridulata</i>														1																1	*			
Stg	<i>Stridulivelia</i> <i>strigosa</i>												5	5	4	2									8		16			40	40	3,1			
Stt	<i>Stridulivelia</i> <i>tersa</i>			11		3						2											2		38		16		12	84	84	6,5			
Stv	<i>Stridulivelia</i> <i>transversa</i>											2	4		3										3					12	12	0,9			
Tasp	<i>Tachygerris</i> sp.																								1						1	*			
Tas	<i>Tachygerris</i> <i>surinamensis</i>																									4					4	0,3			
Tei	<i>Tenagobia</i> <i>incerta</i>		1	3		47	29	8																14				3		105	105	8,1			
Tec	<i>Tenagobia</i> <i>schadei</i>					1		3																							4	0,3			
Tes	<i>Tenagobia</i> <i>selecta</i>							2																							2	0,2			
Tr1	<i>Trepobates</i> sp.																	2													2	0,2			
TOTAL		31	11	55	16	155	102	17	74	6	56	43	76	34	50	30	0	4	1	0	4	4	0	84	105	32	88	15	0	108	95	1296	100		

Nota: ¹Número total de insetos coletados; ²Percentagem do número total de insetos coletados; *menor que 0,1

3.2 - Riqueza de Heteroptera nos períodos de inundação

A figura 16 mostra o número de espécies de heterópteros aquáticos e semi-aquáticos nos igarapés urbanos de Manaus, em cada período de inundação (vazante, seca, enchente e cheia). Não foram encontrados heterópteros em quatro dos igarapés amostrados (16, 19, 22 e 28). Vários igarapés apresentaram a mesma riqueza em períodos diferentes, como o igarapé 13, que apresentou a mesma riqueza em três períodos hidrológicos. Já o igarapé 23, apresentou a mesma riqueza em quatro períodos. O igarapé 24 apresentou o maior número de espécies (9), e esse valor foi encontrado no período de seca.

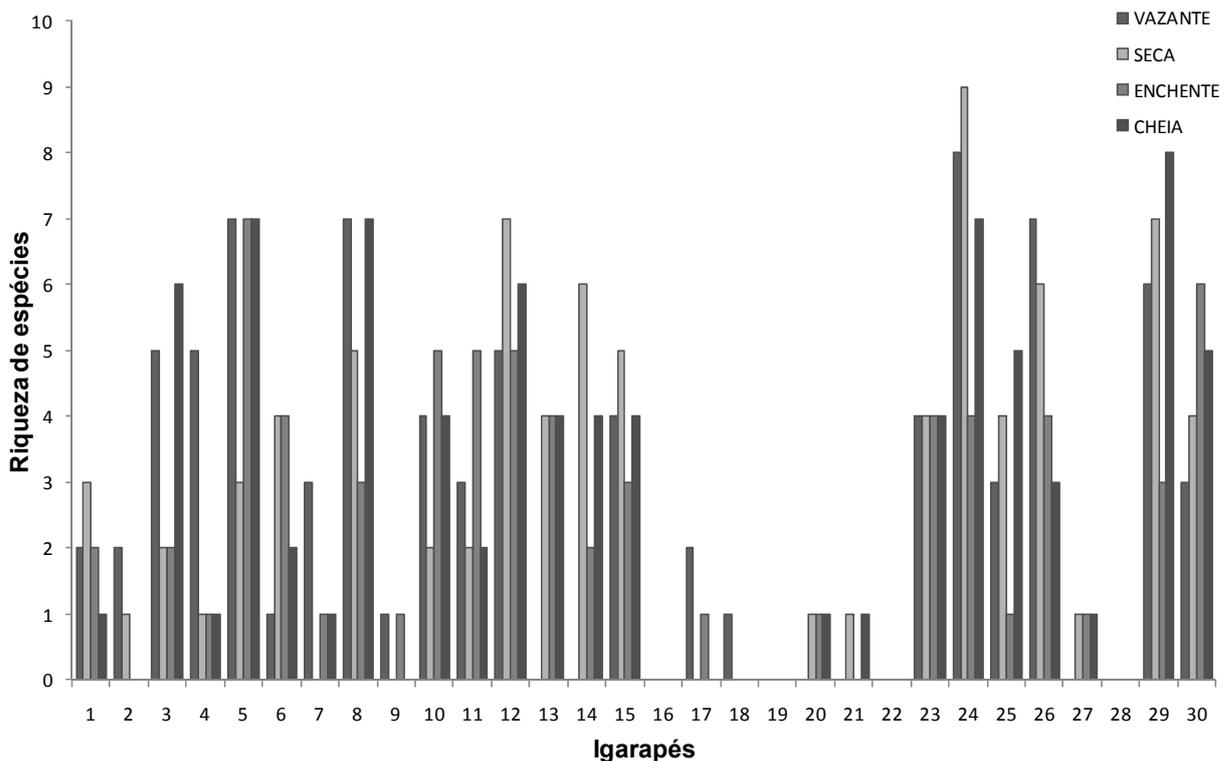


Figura 16: Número de espécies de heterópteros aquáticos e semi-aquáticos nos igarapés urbanos de Manaus, Amazonas, durante os períodos de inundação (vazante, seca, enchente e cheia).

Nos agrupamentos feitos entre os locais amostrados e os períodos de inundação, o período não mostrou nenhum padrão de agrupamento, mas os locais seguiram um padrão podendo ser divididos em dois grupos, não impactados e

impactados (Figura 17 a e b). Alguns igarapés impactados que apareceram no grupo não impactado, foram os de número 1, 3, 9, 20 e 21. Esses geralmente foram amostrados no período da enchente ou da cheia.

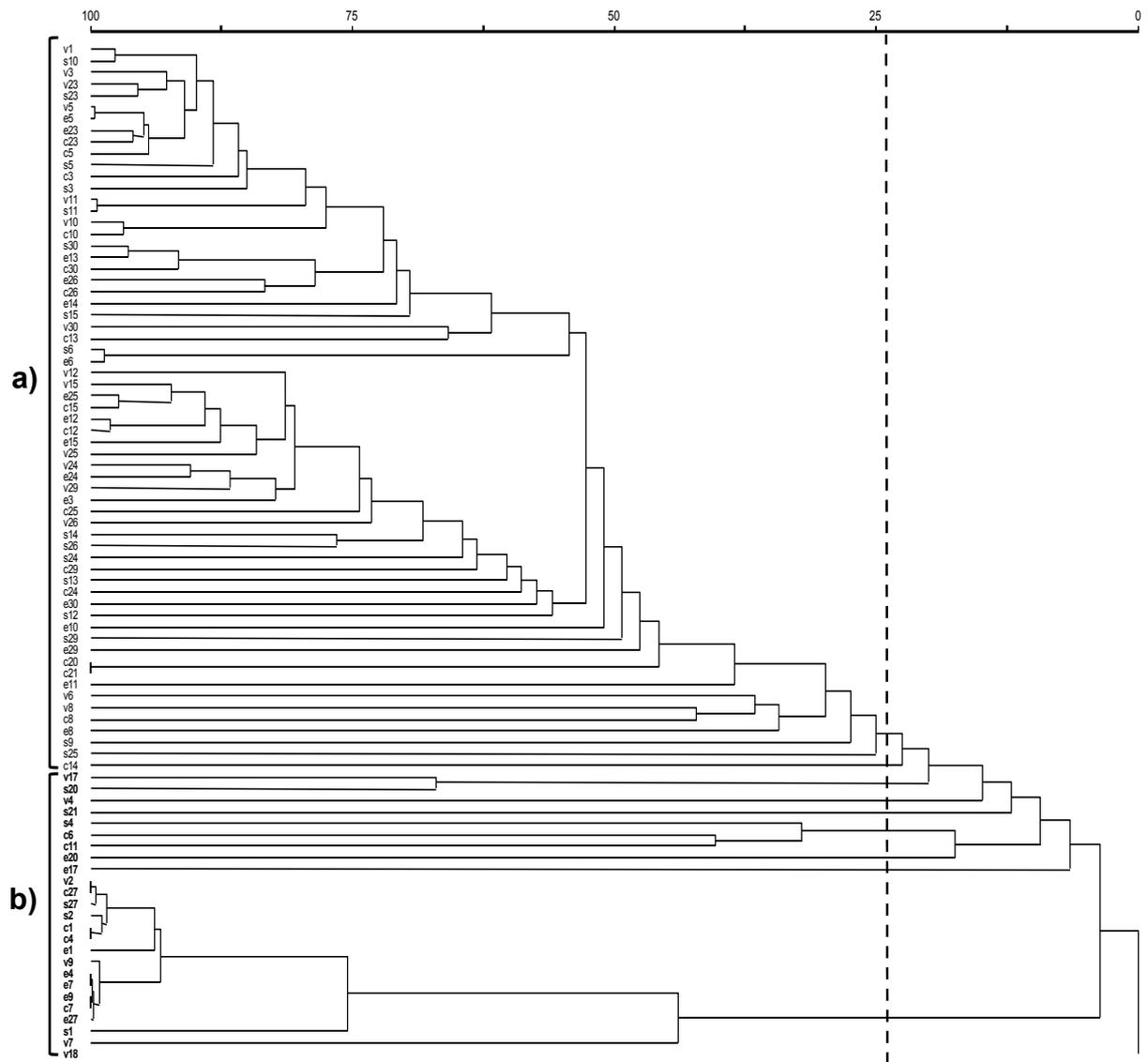


Figura 17: Dendrograma baseado na Análise de Agrupamento das 30 unidades amostrais nos períodos da vazante, seca, enchente e cheia utilizando o índice de Sorensen. (a) Igarapés não impactados (b) Igarapés impactados.

Não houve formação de grupos através do método de escalonamento multidimensional não métrico (NMDS), não apresentando diferença entre os períodos de inundação. Confirmando esse resultado, a explicação de cada eixo baseada no R^2 cumulativo para os três eixos foi extremamente baixa (Figura 18).

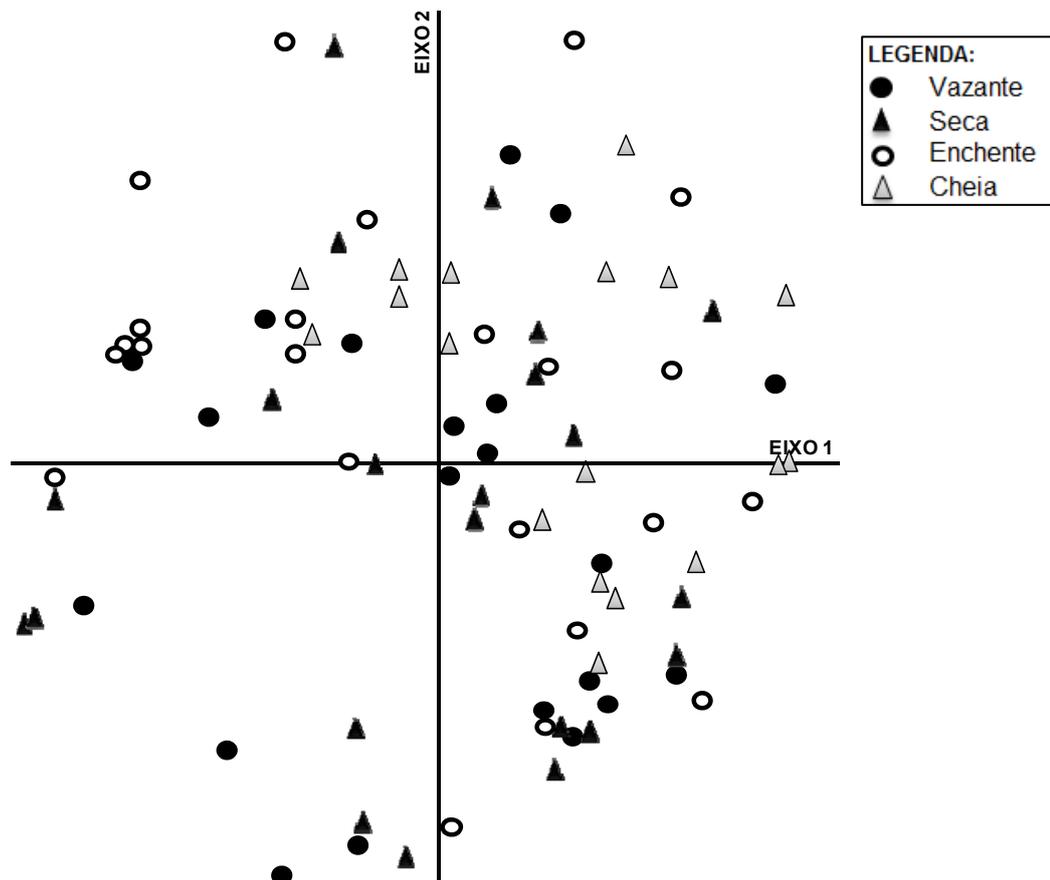


Figura 18: Projeção do método de escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) de 30 unidades amostrais nos períodos da vazante, seca, enchente e cheia utilizando a distância de Bray-Curtis.

3.3 – Distribuição de Heteroptera com relação aos meso-habitats

A Tabela 13 mostra o resultado do teste “Análise de Espécies Indicadoras” (Dufrene & Legendre, 1997), para meso-habitats, utilizando-se do teste de Monte Carlo para avaliar a significância estatística das espécies indicadoras que apresentaram $p < 0,05$.

Três espécies mostraram-se indicadoras de meso-habitats, *Ambrysus usingeri*, *Microvelia cf. hinei* e *Ochterus perbosci*. *Ambrysus usingeri* mostrou preferência por folhiço, *Microvelia cf. hinei* foi indicador de espuma formada pela movimentação das corredeiras, e *Ochterus perbosci* mostrou preferência por areia localizada as margens dos corpos d’água.

Tabela 13: Valores de indicação obtidos através do teste de Espécies Indicadoras (Dufrene & Legendre, 1997), para heterópteros aquáticos e semi-aquáticos nos meso-habitats (macrófitas, bancos de folhíço, raízes expostas, superfície, espuma, areia e kinon) amostrados em 30 igarapés urbanos de Manaus, Amazonas.

Táxon	Macrófita	Folhíço	Raízes	Superfície	Espuma	Areia	Kinon	P
<i>Ambrysus bifidus</i>	0	18	0	0	0	0	0	0,188
<i>Ambrysus cf. obscuratus</i>	0	9	0	0	0	0	0	0,395
<i>Ambrysus sp.</i>	0	9	0	0	0	0	0	0,414
<i>Ambrysus usingeri</i>	0	36	0	0	0	0	0	0,042
<i>Belostoma dentatum</i>	6	0	0	0	0	0	0	0,653
<i>Belostoma micantulum</i>	21	0	5	0	0	0	0	0,227
<i>Belostoma plebejum</i>	25	0	0	0	0	0	0	0,135
<i>Belostoma sp.</i>	24	0	0	0	0	0	6	0,147
<i>Brachymetra albinervis</i>	0	0	0	9	0	0	0	0,575
<i>Brachymetra lata</i>	1	0	2	30	0	0	0	0,107
<i>Buenoa cf. amnigenopsis</i>	2	0	0	3	0	0	0	1,000
<i>Buenoa incompta</i>	6	0	0	0	0	0	0	0,669
<i>Cryptobatooides bruneus</i>	0	0	0	9	0	0	0	0,642
<i>Ctenipocoris spinipes</i>	0	0	0	0	0	25	0	0,081
<i>Cylindrostethus palmaris</i>	0	0	0	30	0	0	0	0,087
<i>Cylindrostethus sp.</i>	0	9	0	0	0	0	0	0,410
<i>Gelastocoris flavus</i>	0	0	0	0	0	25	0	0,088
GERRIDAE sp.	7	1	0	1	0	0	5	0,826
<i>Hebrus sp.1</i>	0	9	0	0	0	0	0	0,393
<i>Heterocorixa minuta</i>	0	9	0	0	0	0	0	0,404
<i>Hydrometra argentina</i>	5	0	0	1	0	0	0	0,879
<i>Limnogonus aduncus</i>	5	0	0	26	0	0	0	0,151
<i>Limnogonus hyalinus</i>	2	0	0	8	0	0	0	0,682
<i>Martarega cf. gonostyla</i>	0	0	0	9	0	0	0	0,626
<i>Martarega gonostyla</i>	0	0	13	1	0	0	0	0,405
<i>Martarega membranacea</i>	0	0	0	12	0	0	0	0,469
<i>Martarega sp.</i>	6	0	0	0	0	0	0	0,641
<i>Mesovelvia amoena</i>	5	0	0	0	0	0	12	0,512
<i>Mesovelvia mulsanti</i>	23	0	0	0	0	0	0	0,158
<i>Mesovelvia sp.</i>	0	0	0	9	0	0	0	0,650
MESOVELIIDAE sp.	0	0	0	4	0	0	0	1,000
<i>Microvelia cf. hinei</i>	0	6	1	0	48	0	6	0,023
<i>Microvelia cf. pulchella</i>	0	9	0	0	0	0	0	0,433
<i>Microvelia mimula</i>	1	0	0	2	0	0	15	0,349
<i>Microvelia pulchella</i>	0	5	0	0	0	0	14	0,336
<i>Microvelia sp.5</i>	0	16	0	1	0	0	0	0,259
<i>Microvelia sp.9</i>	0	7	0	0	0	0	22	0,199

Continuação

Táxon	Macrófita	Folhíço	Raízes	Superfície	Espuma	Areia	Kínon	P
NAUCORIDAE sp.	0	9	0	0	0	0	0	0,393
<i>Neogerris cf. lubricus</i>	0	0	0	4	0	0	0	1,000
<i>Neogerris lotus</i>	0	0	0	9	0	0	0	0,608
<i>Neogerris lubricus</i>	0	0	0	4	0	0	0	1,000
<i>Neogerris visendus</i>	1	0	0	11	0	0	0	0,492
<i>Ochterus aeneifrons</i>	0	0	0	0	0	25	0	0,105
<i>Ochterus perbosci</i>	0	0	0	0	0	74	0	0,004
<i>Ochterus sp.</i>	0	0	0	0	0	25	0	0,092
<i>Ovatametra obesa</i>	0	0	0	4	0	0	0	1,000
<i>Paravelia buliallata</i>	0	1	0	0	29	0	23	0,103
<i>Paravelia sp.1</i>	0	0	0	0	0	0	20	0,198
<i>Platyvelia sp.</i>	1	0	0	1	0	0	11	0,483
<i>Ranatra curtafemorata</i>	0	0	17	0	0	0	0	0,255
<i>Ranatra magna</i>	6	0	0	0	0	0	0	0,653
<i>Ranatra obscura</i>	5	0	0	1	0	0	0	0,858
<i>Ranatra parvula</i>	0	9	0	0	0	0	0	0,419
<i>Rhagovelia amazonensis</i>	0	9	0	0	0	0	0	0,433
<i>Rhagovelia cf. amazonensis</i>	6	0	0	0	0	0	0	0,662
<i>Rhagovelia cf. insularis</i>	0	0	0	4	0	0	0	1,000
<i>Rhagovelia evides</i>	1	1	10	4	0	0	0	0,652
<i>Rhagovelia insularis</i>	0	0	0	16	0	0	0	0,353
<i>Rhagovelia sp.</i>	2	0	0	6	0	0	0	0,839
<i>Rhagovelia trilli</i>	22	0	2	11	0	0	0	0,282
<i>Rheumatobates crassifemur esaki</i>	0	0	0	9	0	0	0	0,593
<i>Rheumatobates sp.</i>	0	0	0	1	0	0	16	0,228
<i>Stridulivelia alia</i>	0	0	0	4	0	0	0	1,000
<i>Stridulivelia sp.</i>	0	8	0	0	0	0	0	0,602
<i>Stridulivelia stridulata</i>	0	9	0	0	0	0	0	0,433
<i>Stridulivelia strigosa</i>	5	9	4	6	0	0	0	0,880
<i>Stridulivelia tersa</i>	6	5	9	0	0	0	0	0,792
<i>Stridulivelia transversa</i>	0	16	3	3	0	0	0	0,338
<i>Tachygerris sp.</i>	0	0	0	4	0	0	0	1,000
<i>Tachygerris surinamensis</i>	0	0	0	4	0	0	0	1,000
<i>Tenagobia incerta</i>	9	2	0	3	0	0	8	0,835
<i>Tenagobia schadei</i>	2	0	0	3	0	0	0	1,000
<i>Tenagobia selecta</i>	0	0	0	4	0	0	0	1,000
<i>Trepobates sp.</i>	0	0	0	4	0	0	0	1,000
MÉDIAS	3	3	1	4	1	2	2	

3.4 – Distribuição de Heteroptera com relação aos períodos de inundação

A “Análise de Espécies Indicadoras” (Dufrêne & Legendre, 1997), na Tabela 14 mostra o resultado do teste para período de coleta, utilizando-se do teste de Monte Carlo. A significância estatística das espécies indicadoras foi feita com $p < 0,05$.

Duas espécies mostraram-se indicadoras dos períodos hidrológicos. *Cylindrostethus palmaris* e *Microvelia sp.9* foram indicadores do período de cheia.

Tabela 14: Valores de indicação obtidos através do teste de Espécies Indicadoras (Dufrene & Legendre, 1997), para heterópteros aquáticos e semi-aquáticos nos períodos de inundação (vazante, seca, enchente e cheia) amostrados em 30 igarapés urbanos de Manaus, Amazonas.

Táxon	Vazante	Seca	Enchente	Cheia	P
<i>Ambrysus bifidus</i>	0	0	2	2	0,859
<i>Ambrysus cf. obscuratus</i>	4	0	0	0	0,253
<i>Ambrysus sp.</i>	4	0	0	0	0,222
<i>Ambrysus usingeri</i>	7	2	1	0	0,306
<i>Belostoma dentatum</i>	4	0	0	0	0,253
<i>Belostoma micantulum</i>	1	1	12	1	0,089
<i>Belostoma plebejum</i>	2	6	0	3	0,548
<i>Belostoma sp.</i>	2	0	4	4	0,874
<i>Brachymetra albinervis</i>	0	0	3	1	0,939
<i>Brachymetra lata</i>	8	4	4	8	0,938
<i>Buenoa cf. amnigenopsis</i>	3	0	0	1	0,440
<i>Buenoa incompta</i>	4	0	0	0	0,232
<i>Cryptobatoides bruneus</i>	0	7	0	0	0,191
<i>Ctenipocoris spinipes</i>	4	0	0	0	0,246
<i>Cylindrostethus palmaris</i>	1	1	0	17	0,016
<i>Cylindrostethus sp.</i>	0	0	0	4	0,773
<i>Gelastocoris flavus</i>	0	4	0	0	0,728
GERRIDAE sp.	1	1	4	3	0,861
<i>Hebrus sp.1</i>	4	0	0	0	0,235
<i>Heterocorixa minuta</i>	0	4	0	0	0,728
<i>Hydrometra argentina</i>	0	0	4	0	1,000
<i>Limnogonus aduncus</i>	10	6	2	0	0,304
<i>Limnogonus hyalinus</i>	3	0	3	1	0,837
<i>Martarega cf. gonostyla</i>	0	0	2	2	0,887
<i>Martarega gonostyla</i>	0	0	2	2	0,876
<i>Martarega membranacea</i>	6	1	1	1	0,544
<i>Martarega sp.</i>	0	0	0	4	0,733
<i>Mesovelia amoena</i>	5	0	1	3	0,621
<i>Mesovelia mulsanti</i>	6	0	2	1	0,435
<i>Mesovelia sp.</i>	0	2	0	2	1,000
MESOVELIIDAE sp.	4	0	0	0	0,257
<i>Microvelia cf. hinei</i>	3	7	3	3	0,725
<i>Microvelia cf. pulchella</i>	0	4	0	0	0,735
<i>Microvelia mimula</i>	1	0	0	8	0,144
<i>Microvelia pulchella</i>	2	1	0	2	0,966
<i>Microvelia sp.5</i>	0	4	1	1	0,548
<i>Microvelia sp.9</i>	0	0	1	16	0,024

Continuação

Táxon	Vazante	Seca	Enchente	Cheia	p
NAUCORIDAE sp.	0	0	0	4	0,738
<i>Neogerris cf. lubricus</i>	0	0	4	0	1,000
<i>Neogerris lotus</i>	8	0	0	0	0,064
<i>Neogerris lubricus</i>	0	4	0	0	0,739
<i>Neogerris visendus</i>	4	3	0	0	0,542
<i>Ochterus aeneifrons</i>	1	2	0	1	0,975
<i>Ochterus perbosci</i>	3	1	3	1	0,914
<i>Ochterus</i> sp.	0	0	0	4	0,759
<i>Ovatametra obesa</i>	3	0	0	1	0,440
<i>Paravelia buliallata</i>	0	8	0	4	0,323
<i>Paravelia</i> sp.1	0	0	4	0	1,000
<i>Platyvelia</i> sp.	1	4	1	0	0,659
<i>Ranatra curtafemorata</i>	0	4	0	0	0,749
<i>Ranatra magna</i>	0	4	0	0	0,735
<i>Ranatra obscura</i>	3	1	0	0	0,425
<i>Ranatra parvula</i>	0	0	0	4	0,739
<i>Rhagovelia amazonensis</i>	0	4	0	0	0,735
<i>Rhagovelia cf. amazonensis</i>	0	4	0	0	0,712
<i>Rhagovelia cf. insularis</i>	4	0	0	0	0,262
<i>Rhagovelia evides</i>	3	3	0	3	0,957
<i>Rhagovelia insularis</i>	1	2	2	2	0,991
<i>Rhagovelia</i> sp.	0	0	6	1	0,412
<i>Rhagovelia traili</i>	9	6	4	7	0,897
<i>Rheumatobates crassifemur esaki</i>	0	5	1	0	0,323
<i>Rheumatobates</i> sp.	0	0	2	2	0,868
<i>Stridulivelia alia</i>	0	4	0	0	0,753
<i>Stridulivelia</i> sp.	1	3	0	0	0,775
<i>Stridulivelia stridulata</i>	0	0	0	4	0,737
<i>Stridulivelia strigosa</i>	1	6	3	7	0,771
<i>Stridulivelia tersa</i>	5	5	3	0	0,795
<i>Stridulivelia transversa</i>	0	7	1	3	0,289
<i>Tachygerris</i> sp.	0	4	0	0	0,749
<i>Tachygerris surinamensis</i>	4	0	0	0	0,232
<i>Tenagobia incerta</i>	1	2	5	7	0,721
<i>Tenagobia schadei</i>	0	3	1	0	0,554
<i>Tenagobia selecta</i>	4	0	0	0	0,257
<i>Trepobates</i> sp.	4	0	0	0	0,244
MEDIAS	2	2	1	2	

3.5 - Relação das variáveis ambientais com a riqueza e composição de Heteroptera

A análise de regressão múltipla foi influenciada por vários fatores, mas revelou algumas variáveis mais importantes para direcionar a distribuição de heterópteros aquáticos e semi-aquáticos. As duas variáveis que mais contribuíram foram o Índice de Integridade de Habitat e Nitrogênio Total que foram relacionados a 22 espécies (29,43%) das 74 espécies amostradas. As 22 espécies que foram relacionadas a essas variáveis foram: *Ambrysus usingeri*, *Belostoma micantulum*, *Brachymetra lata*, *Buenoa cf. amnigenopsis*, *Cylindrostethus palmaris*, *Cylindrostethus sp.*, *Gelastocoris flavus*, *Martarega membranacea*, *Mesoveliidae sp.*, *Microvelia pulchella*, *Neogerris visendus*, *Ovatametra obesa*, *Paravelia sp.1*, *Platyvelia sp.*, *Rhagovelia parvula*, *Rheumatobates sp.*, *Stridulivelia strigosa*, *S. tersa*, *S. transversa*, *Tenagobia schadei*, *T. selecta* e *Trepobates sp* (Tabela 15).

A porcentagem de variação da variável dependente explicada pelas variáveis independentes foi superior a $R^2 = 0,50$ em 19 das 22 espécies. *Belostoma micantulum*, *B. plebejum*, *Brachymetra lata*, *Buenoa cf. amnigenopsis*, *Cylindrostethus palmaris*, *Gelastocoris flavus*, *Martarega membranacea*, *Microvelia cf. hinei*, *Mesoveliidae sp.*, *Neogerris visendus*, *Ovatametra obesa*, *Ranatra magna*, *R. obscura*, *Ranatra parvula*, *Rheumatobates crassifemur Esaki*, *Rheumatobates sp.*, *Stridulivelia strigosa*, *S. transversa*, *Tachygerris surinamensis*, *Tenagobia incerta*, *Tenagobia schadei* e *T. selecta* (Tabela 15).

Tabela 15: Valores da regressão múltipla nos igarapés urbanos de Manaus, Amazonas.

Espécies	Resumo da Regressão - variável dependente			Parâmetros abióticos				
	R	R ²	R ² a	Beta	B	teste-t	p	
<i>Ambrysus usingeri</i>	R	0,686257		Intercepto	0,069306	1,968844	0,064565	
	R ²	0,470949		Velocidade	-0,548732	-0,114596	-2,173526	0,043331
	R ² a	0,147640		IIH	1,679461	0,350735	2,872956	0,010119
	F	1,456700						
<i>Belostoma dentatum</i>	R	0,725469		Intercepto	0,010034	1,144690	0,267331	
	R ²	0,526305		Hg	-0,488034	-0,026822	-2,732518	0,013673
	R ² a	0,236825		P	-1,142166	-0,062774	-2,466199	0,023928
	F	1,818100						
<i>Belostoma micantulum</i>	R	0,808298		Intercepto	0,168423	3,540243	0,002338	
	R ²	0,653346		N	-1,001291	-0,349122	-2,324725	0,031984
	R ² a	0,441502						
	F	3,084100						
<i>Belostoma plebejum</i>	R	0,774915		Intercepto	0,134538	2,544090	0,020350	
	R ²	0,600493		Largura	2,220192	0,801567	2,187377	0,042155
	R ² a	0,356349		Profundidade	-2,503878	-0,903987	-2,451736	0,024655
	F	2,459600		Hg	-0,447756	-0,161655	-2,729865	0,013750
<i>Brachymetra lata</i>	R	0,892249		Intercepto	0,276177	5,251217	0,000054	
	R ²	0,796108		O ₂	-0,579993	-0,291507	-2,402825	0,027268
	R ² a	0,671508		IIH	1,283866	0,645276	3,537754	0,002351
	F	6,389300						
<i>Buenoa cf. amnigenopsis</i>	R	0,710210		Intercepto	0,034713	1,119106	0,277807	
	R ²	0,504399		N	1,227299	0,233348	2,383107	0,028393
	R ² a	0,201531						
	F	1,665400						
<i>Cryptobatooides bruneus</i>	R	0,685340		Intercepto	0,049237	1,554678	0,137429	
	R ²	0,469691		Velocidade	0,603798	0,113313	2,388802	0,028064
	R ² a	0,145614						
	F	1,449300						
<i>Cylindrostethus palmaris</i>	R	0,757143		Intercepto	0,141550	3,376275	0,003364	
	R ²	0,573266		IIH	1,329520	0,368202	2,532351	0,020855
	R ² a	0,312484						
	F	2,198300						
<i>Cylindrostethus sp.</i>	R	0,658458		Intercepto	0,010034	1,046798	0,309047	
	R ²	0,433566		O ₂	0,991068	0,054469	2,463361	0,024069
	R ² a	0,087413		Temperatura	-1,208608	-0,066425	-2,606455	0,017855
	F	1,252500		IIH	-1,674358	-0,092023	-2,768099	0,012673
<i>Gelastocoris flavus</i>	R	0,710210		Intercepto	0,034713	1,119106	0,277807	
	R ²	0,504399		N	1,227299	0,233348	2,383107	0,028393
	R ² a	0,201531						
	F	1,665400						
<i>Heterocorixa minuta</i>	R	0,757848		Intercepto	0,010034	1,207544	0,242851	
	R ²	0,574334		Velocidade	0,739067	0,040619	3,263638	0,004314
	R ² a	0,314205						
	F	2,207900						
<i>Martarega membranacea</i>	R	0,890318		Intercepto	0,106061	3,008860	0,007539	
	R ²	0,792667		N	0,805455	0,269067	2,418054	0,026428
	R ² a	0,665963						
	F	6,256100						
<i>Martarega sp.</i>	R	0,642941		Intercepto				
	R ²	0,413373		Largura	-2,827787	-0,155416	-2,299117	0,033688
	R ² a	0,054878		Profundidade	2,605712	0,143211	2,105563	0,049547
	F	1,153100						
<i>Mesovelvia amoena</i>	R	0,696882		Intercepto	0,084885	1,772104	0,093304	
	R ²	0,485645		Largura	-2,973790	-0,857072	-2,582106	0,018793
	R ² a	0,171316		Profundidade	3,144538	0,906283	2,713613	0,014234
	F	1,545000						
<i>MESOVELIIDAE sp.</i>	R	0,710210		Intercepto	0,010034	1,119106	0,277807	
	R ²	0,504399		N	1,227299	0,067453	2,383107	0,028393
	R ² a	0,201531						
	F	1,665400						
<i>Microvelia cf. hinei</i>	R	0,707986		Intercepto	0,274619	3,313589	0,003864	
	R ²	0,501244		O ₂	0,902608	0,457073	2,390861	0,027946
	R ² a	0,196449						
	F	1,644500						
<i>Microvelia pulchella</i>	R	0,637156		Intercepto	0,069306	1,773858	0,093005	
	R ²	0,405968		Velocidade	0,613753	0,134258	2,294255	0,034021
	R ² a	0,042948		IIH	-1,431979	-0,313243	-2,311741	0,032838
	F	1,118300						
<i>Neogerris lubricus</i>	R	0,626600		Intercepto	0,010034	1,010904	0,325459	
	R ²	0,392628		Hg	0,459076	0,025231	2,269967	0,035731
	R ² a	0,021455						
	F	1,057800						

Continuação

Espécies	Resumo da Regressão - variável dependente	Parâmetros abióticos	Beta	B	teste-t	p
<i>Neogerris visendus</i>	R	0,805329	Intercepto	0,056041	2,482287	0,023144
	R ²	0,648554	N	1,138387	0,187075	2,624944
	R ² a	0,433782	P	-0,858406	-0,141065	-2,151850
	F	3,019700				0,045231
<i>Ochterus sp.</i>	R	0,626600	Intercepto	0,010034	1,010904	0,325459
	R ²	0,392628	Hg	0,459076	0,025231	2,269967
	R ² a	0,021455				0,035731
	F	1,057800				
<i>Ovatametra obesa</i>	R	0,710210	Intercepto	0,028170	1,119106	0,277807
	R ²	0,504399	N	1,227299	0,189364	2,383107
	R ² a	0,201531				0,028393
	F	1,665400				
<i>Paravelia sp.1</i>	R	0,658458	Intercepto	0,045391	1,046798	0,309047
	R ²	0,433566	O ₂	0,991068	0,246396	2,463361
	R ² a	0,087413	Temperatura	-1,208608	-0,300480	-2,606455
	F	1,252500	IIIH	-1,674358	-0,416273	-2,768099
<i>Platyvelia sp.</i>	R	0,619237	Intercepto	0,030103	1,365103	0,189041
	R ²	0,383455	pH	0,807087	0,097809	2,205166
	R ² a	0,006677	IIIH	1,520765	0,184298	2,409834
	F	1,017700				0,026878
<i>Ranatra magna</i>	R	0,725469	Intercepto	0,010034	1,144690	0,267331
	R ²	0,526305	Hg	-0,488034	-0,026822	-2,732518
	R ² a	0,236825	P	-1,142166	-0,062774	-2,466199
	F	1,818100				0,023928
<i>Ranatra obscura</i>	R	0,735688	Intercepto	0,025938	1,629969	0,120482
	R ²	0,541237	Hg	-0,606201	-0,061459	-3,448936
	R ² a	0,260882				0,002863
	F	1,930500				
<i>Ranatra parvula</i>	R	0,710210	Intercepto	0,010034	1,119106	0,277807
	R ²	0,504399	N	1,227299	0,067453	2,383107
	R ² a	0,201531				0,028393
	F	1,665400				
<i>Rheumatobates crassifemur esaki</i>	R	0,916235	Intercepto	0,067234	2,290127	0,034306
	R ²	0,839487	O ₂	0,588601	0,186121	2,748306
	R ² a	0,741396	Largura	2,680530	0,847610	4,166404
	F	8,558200	Profundidade	-1,818829	-0,575132	-2,809700
<i>Rheumatobates sp.</i>	R	0,710210	Intercepto	0,023299	1,119106	0,277807
	R ²	0,504399	N	1,227299	0,156620	2,383107
	R ² a	0,201531				0,028393
	F	1,665400				
<i>Stridulivelia strigosa</i>	R	0,7586065	Intercepto	0,163903	3,104366	0,006121
	R ²	0,5754839	IIIH	1,617491	0,565596	3,088890
	R ² a	0,3160574				0,006331
	F	2,2183				
<i>Stridulivelia tersa</i>	R	0,683249	Intercepto	0,219031	2,887046	0,009816
	R ²	0,466829	pH	1,009257	0,452501	2,965323
	R ² a	0,141002	IIIH	1,281535	0,574576	2,183760
	F	1,432800				0,042459
<i>Stridulivelia transversa</i>	R	0,724788	Intercepto	0,079340	2,391300	0,027921
	R ²	0,525318	IIIH	1,299608	0,270066	2,347030
	R ² a	0,235235				0,030565
	F	1,810900				
<i>Tachygerris surinamensis</i>	R	0,757848	Intercepto	0,023299	1,207544	0,242851
	R ²	0,574334	Velocidade	0,739067	0,094315	3,263638
	R ² a	0,314205				0,004314
	F	2,207900				
<i>Tenagobia incerta</i>	R	0,793189	Intercepto	0,226462	3,369018	0,003418
	R ²	0,629149	pH	0,776572	0,369889	2,735808
	R ² a	0,402518				0,013577
	F	2,776100				
<i>Tenagobia schadei</i>	R	0,751651	Intercepto	0,030103	1,625147	0,121512
	R ²	0,564979	Largura	-2,254362	-0,273202	-2,128452
	R ² a	0,299132	Profundidade	2,447485	0,296606	2,296612
	F	2,125200	N	1,350846	0,163706	2,799689
<i>Tenagobia selecta</i>	R	0,710210	Intercepto	0,015904	1,119106	0,277807
	R ²	0,504399	N	1,227299	0,106910	2,383107
	R ² a	0,201531				0,028393
	F	1,665400				
<i>Trepobates sp.</i>	R	0,700143	Intercepto	0,015904	1,103412	0,284382
	R ²	0,490201	Temperatura	1,438422	0,125301	3,269835
	R ² a	0,178657	IIIH	1,343457	0,117029	2,341165
	F	1,573500				0,030932

A Tabela 16 mostra os valores mensurados das variáveis abióticas coligidas nos igarapés urbanos de Manaus, Amazonas. Os valores de pH variaram entre 4,63 e 7,16; a condutividade elétrica apresentou uma grande diferença entre os valores mínimos (6,45 $\mu\text{S}/\text{cm}$) e máximos (449,14 $\mu\text{S}/\text{cm}$), sendo que os igarapés 1, 2, 3, 4, 7, 9, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 27 e 28 apresentaram valores superiores a 188 $\mu\text{S}/\text{cm}$.; o oxigênio dissolvido variou entre 0,46 e 6,40 mg/l e os nos igarapés 1, 2, 4, 7, 9, 16, 18, 19, 20, 27 e 28, apresentaram resultados menores que 2,51; os valores de temperatura da água ficaram entre 24,83 e 31,82°C. A velocidade média variou entre 1,930 e 13,09 m/s. Os valores de largura ficaram entre 0,90 a 271,88 m e os de profundidade entre, 0,06 e 7,58 m. A taxa de mercúrio (Hg) variou de 7,03 a 13,31 ng/l. Os valores de nitrogênio total (N) e fósforo total (P) variaram entre 1,87 e 129,64 $\mu\text{moles}/\text{l}$ para N e 0,06 e 23,33 $\mu\text{moles}/\text{l}$ para P. Por último, o Índice de Integridade de Habitat (IIH) variou de 0,30 a 0,90.

Tabela 16: Valores das variáveis abióticas amostradas em 30 igarapés urbanos de Manaus, Amazonas. Cond. = condutividade; Temp.= temperatura; Veloc.= velocidade; Larg.= largura; Prof. = profundidade; IIH = índice de integridade de habitat.

Igarapé	pH	Cond. (uS/cm)	O ₂ (mg/l)	Temp. (C°)	Veloc. (m/s)	Larg. (m)	Prof. (m)	Hg (ng/l)	N (total) (µmoles/l)	P (total) (µmoles/l)	IIH
1	6,66	260,43	2,01	27,93	1,99	11,33	0,28	7,50	46,48	11,42	0,43
2	6,86	280,93	1,54	29,61	2,46	16,81	0,35	7,03	90,33	11,29	0,40
3	6,97	196,13	4,46	26,71	5,58	1,93	0,29	10,61	61,12	6,28	0,58
4	7,16	280,88	2,22	27,72	8,01	5,50	0,15	7,64	62,63	1,96	0,62
5	6,68	40,65	4,27	26,23	3,80	7,38	1,28	9,91	25,58	0,80	0,68
6	6,28	20,50	5,79	30,45	5,65	271,88	7,58	10,92	34,49	0,52	0,64
7	6,73	230,56	0,46	29,18	4,49	149,72	4,79	10,26	53,15	9,61	0,45
8	5,50	6,45	3,60	28,98	5,04	219,00	7,08	10,23	43,01	0,13	0,73
9	6,68	188,23	0,68	29,73	4,97	104,67	4,41	10,11	33,30	7,86	0,45
10	4,95	9,02	5,74	26,91	2,37	2,13	0,54	9,95	4,56	0,12	0,63
11	5,39	6,78	5,64	29,09	2,43	7,25	0,21	10,18	8,04	0,14	0,42
12	4,72	9,57	4,92	25,14	6,55	1,88	0,29	10,15	4,24	0,11	0,88
13	4,77	10,85	5,64	25,14	6,41	2,17	0,36	10,33	15,45	0,84	0,88
14	4,67	15,23	6,22	24,83	2,82	4,75	0,78	9,78	4,89	0,12	0,88
15	4,63	15,98	5,45	25,06	5,02	1,00	0,16	9,97	5,14	0,06	0,88
16	6,77	244,23	2,51	27,36	7,56	1,83	0,09	10,50	125,84	23,33	0,46
17	6,77	181,27	4,16	30,12	2,26	2,33	0,06	10,16	92,39	12,51	0,46
18	6,80	234,30	2,31	28,41	3,47	2,00	0,10	11,02	48,99	5,29	0,34
19	6,81	433,35	0,92	29,16	3,24	2,50	0,10	11,67	129,64	15,71	0,30
20	6,53	284,81	2,04	26,74	7,27	2,38	0,12	10,74	35,72	1,44	0,63
21	6,98	449,14	3,36	31,82	5,38	1,88	0,38	10,74	44,98	1,97	0,43
22	7,11	220,37	3,22	28,52	3,50	1,50	0,08	9,65	72,89	13,01	0,34
23	6,45	28,25	5,22	26,75	2,99	1,83	0,11	13,31	12,51	0,18	0,55
24	5,60	8,96	4,15	25,43	4,58	2,25	0,45	10,78	1,87	0,10	0,83
25	4,81	7,85	4,36	25,38	13,09	0,90	0,10	11,84	4,81	0,11	0,90
26	6,39	8,33	5,43	25,69	7,81	2,63	0,30	11,02	16,66	0,64	0,79
27	6,44	255,26	2,85	30,79	3,18	1,17	0,13	12,17	16,70	3,73	0,30
28	7,12	368,37	1,07	28,30	1,93	4,17	0,10	11,63	118,81	14,27	0,37
29	5,51	21,25	5,45	25,58	6,40	1,88	0,13	11,53	10,51	0,14	0,74
30	5,53	7,98	6,40	25,39	4,40	4,25	0,71	10,32	3,52	0,23	0,62
Média	6,14	144,20	3,74	27,60	4,82	28,03	1,05	10,39	40,94	4,80	0,59
Desvio Padrão	0,87	143,94	1,81	1,99	2,41	67,56	2,04	1,30	38,45	6,26	0,20
Mínimo	4,63	6,45	0,46	24,83	1,93	0,90	0,06	7,03	1,87	0,06	0,30
Máximo	7,16	449,14	6,40	31,82	13,09	271,88	7,58	13,31	129,64	23,33	0,90

Os índices da Tabela 17 foram dispostos em ordem decrescente. Os igarapés que apresentam os maiores valores do Índice de Integridade de Habitat são aqueles mais preservados, com menos interferência humana, e na prática, podemos selecionar os nove primeiros, representados pelos igarapés com valores $\geq 0,725$.

Tabela 17: Valores do Índice de Integridade de Habitat apresentados em ordem decrescente nos 37 igarapés urbanos de Manaus. IIH = índice de integridade de habitat.

▼

Locais	25	12	13	14	15	24	26	29	8	5	6	10	20	4	30	3	23	16	17	7	9	21	1	11	2	28	18	22	19	27
IIH*	0,900	0,875	0,875	0,875	0,875	0,833	0,793	0,742	0,725	0,683	0,642	0,632	0,625	0,621	0,621	0,579	0,549	0,464	0,457	0,454	0,446	0,435	0,432	0,418	0,397	0,371	0,339	0,339	0,304	0,304

Na Análise de Correspondência Canônica (CCA) pode-se observar que para os dois primeiros eixos a porcentagem da variância explicada acumulada foi de 19,8%, e até o terceiro eixo da ordenação explicada foi 26,6% da variância acumulada. A porcentagem da variância explicada no eixo 1 foi 10,7%, no eixo 2 foi de 9,2% e no eixo 3 foi de 6,7% e os autovalores extraídos foram CCA1: 0,74, CCA2: 0,64 e CCA3: 0,47.

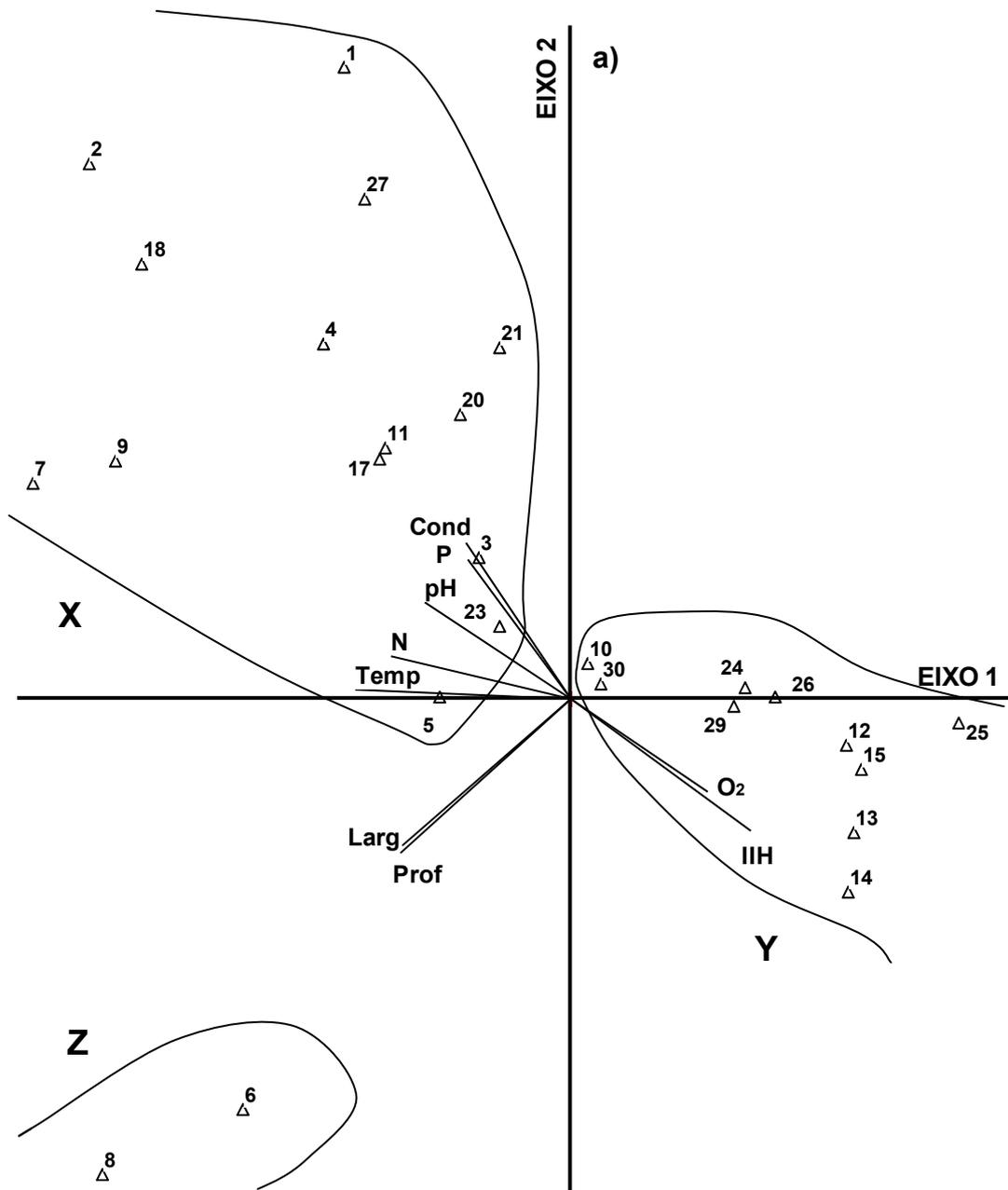
Vários parâmetros ambientais foram incluídos na CCA, mas os mais influentes para o eixo 1 foram: temperatura, largura, profundidade, Nitrogênio e IIH. Para o eixo 2, largura e profundidade apresentaram-se influentes, bem como a condutividade (Tabela 18; Figura 19)

Tabela 18: Coeficientes de correlação para as variáveis ambientais da Análise de Correspondência Canônica (CCA) nos igarapés urbanos de Manaus, Amazonas.

Parâmetros	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
Condutividade	-0,359	0,537	0,202
O ₂	0,467	-0,320	-0,460
Temperatura	-0,737	0,031	0,047
Largura	-0,572	-0,508	0,163
Profundidade	-0,583	-0,533	0,157
N	-0,612	0,145	0,138
IIH	0,612	-0,455	0,211

Com base nos coeficientes de correlação, foram separados 3 grupos (X, Y e Z). A formação de um grupo (X) ocorreu tanto no eixo 1 quanto no eixo 2. Esse grupo está associado a igarapés alterados, muitos de áreas desmatadas e eutrofizadas com altos valores de P, N, pH, condutividade e temperatura. A formação do segundo grupo (Y) foi evidente nos eixos 1 e 3. Esse grupo foi relacionado a áreas pouco ou não desmatadas e com valores maiores de oxigênio e

IIH. Um terceiro grupo (Z) evidenciou-se tanto no eixo 1 quanto no eixo 2. O grupo Z foi formado por rios que apresentam grande largura e profundidade. As espécies relacionadas a cada um dos grupos, X, Y e Z estão relacionadas na figura 19.



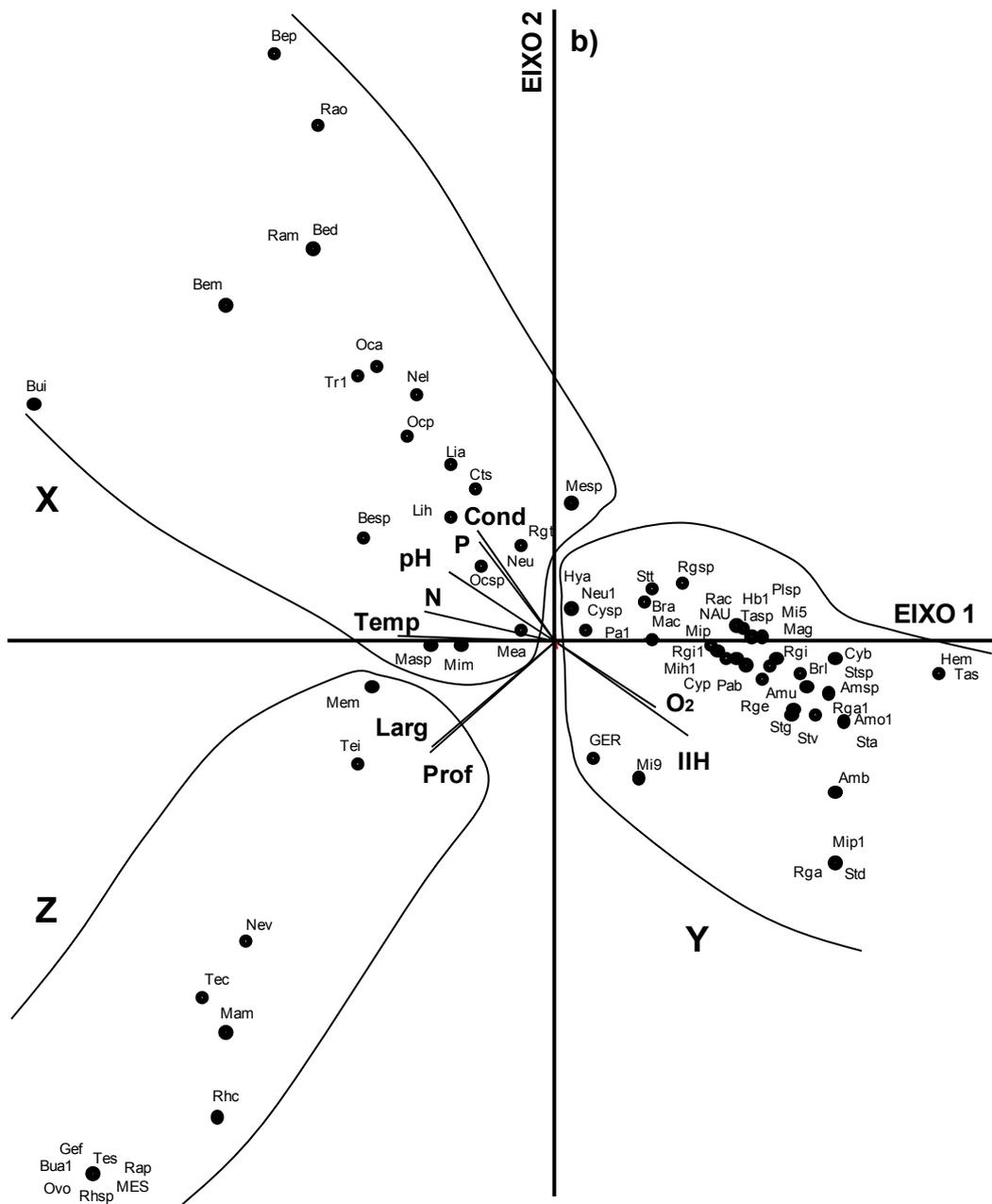


Figura 19: (a) Diagrama de ordenação da CCA: composição de 74 táxons de Gerromorpha e Nepomorpha (Heteroptera) em 30 igarapés amostrados na área urbana de Manaus e respectivas variáveis ambientais. (b) Diagrama de representação das espécies e suas abreviações conforme tabela 13. Nota: Cond. = condutividade; Veloc. = velocidade; Larg. = largura; Prof. = profundidade; IIH = índice de integridade de habitat; X, Y e Z = grupos.

3.6 - Índices da estrutura da comunidade

A Riqueza taxonômica variou de 0 a 16, apresentando-se maior nos igarapés 3, 5, 8, 12, 24, 26 e 29. Os índices de diversidade de Shannon-Wiener e Fisher, variaram de 0 a 2,32 e de 0 a 6,37, respectivamente. Os igarapés que apresentaram maiores valores de Shannon-Wiener foram 3, 4, 8, 12, 24, 26 e 29, e os que apresentaram os maiores valores de Fisher foram 4, 8, 12, 17, 20, 24 e 29. O menor valor de equitatividade foi 0,00 e o maior, 1,00; os igarapés 4, 8, 13, 17, 20, 21 e 29 apresentaram valores superiores a 0,85 (Tabela 19).

Tabela 19: Valores da riqueza taxonômica, número de indivíduos, índices de diversidade de Shannon-Wiener e Fisher, e o índice de equitatividade nos igarapés urbanos de Manaus, Amazonas.

Locais	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Riqueza	6	2	11	8	14	7	3	15	1	7	10	15	8	10	9
Indivíduos	31	11	55	16	155	102	17	74	6	56	43	76	34	50	30
Shannon	1,23	0,30	1,89	1,89	1,80	1,26	0,87	2,32	0	1,40	1,83	2,09	1,83	1,54	1,71
Alfa de Fisher	2,22	0,72	4,14	6,37	3,73	1,70	1,06	5,68	0,34	2,11	4,09	5,60	3,30	3,76	4,36
Equitatividade	0,69	0,44	0,79	0,91	0,68	0,65	0,80	0,86	0	0,72	0,79	0,77	0,88	0,67	0,78
Locais (continuação)	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Riqueza	0	3	1	0	3	2	0	7	16	8	12	2	0	15	9
Indivíduos	0	4	1	0	4	4	0	84	105	32	88	15	0	108	95
Shannon	0	1,04	0	0	1,04	0,69	0	1,38	2,04	1,74	1,99	0,50	0	2,31	1,80
Alfa de Fisher	0	5,45	0	0	5,45	1,59	0	1,82	5,26	3,42	3,75	0,62	0	4,73	2,44
Equitatividade	0	0,95	0	0	0,95	1,00	0	0,71	0,73	0,84	0,80	0,72	0	0,85	0,82

4 - DISCUSSÃO

4.1 - Riqueza e composição das comunidades de Heteroptera

A utilização de insetos como reflexo das mudanças ambientais é bastante útil para monitorar áreas naturais. Os heterópteros aquáticos e semi-aquáticos são bastante diversificados e constituem uma ferramenta útil para a avaliação da biodiversidade, colonizam diferentes tipos de ambientes ao longo de um ano e são importantes indicadores de mudanças nos ambientes (Fernández & López-Ruf, 2006).

Nos igarapés urbanos de Manaus foram amostradas 12 famílias, 27 gêneros, 47 espécies e 24 morfótipos. Esses dados são novos para a ciência, pois é a primeira abordagem de heterópteros aquáticos e semi-aquáticos na área urbana de Manaus, Amazonas. Outras áreas amazônicas também foram amostradas por outros autores, encontrando números semelhantes na riqueza de heteroptera (p.ex., Cleto Filho & Walker, 2001; Godoy, 2007; Nessimian, 1985; Pereira, 2004; Pereira *et al.*, 2007a).

Os Veliidae mais abundantes foram *Rhagovelia trilli*, *Microvelia cf. hinei*, *Stridulivelia tersa* e *S. strigosa*, respectivamente. *Rhagovelia trilli* foi à espécie com maior abundância de todas as espécies amostradas. Veliidae são habitantes do nêuston, encontrados na zona ribeirinha, sobre a água ou próxima a ela (Lattin, 1995). Na região neotropical foram relatadas 12 espécies por Polhemus (1997). *Rhagovelia* foram encontrados na superfície da água ou associados à vegetação marginal. Apresentam pequeno porte e passam a vida na superfície dos córregos de água doce (Gould, 1931). *Microvelia* habitam poças, lagos e lagoas e também nas partes calmas de riachos e rios próximas às margens que apresentam vegetação submersa (Drake & Hussey, 1951). *Microvelia hinei* foram encontrados nas margens em áreas de remanso dos igarapés. Nas margens de lagoas, lagos e em partes de córregos lentos pode-se encontrar espécimes de *Microvelia hinei* (Drake, 1920). *Stridulivelia tersa* e *S. strigosa* foram encontradas em igarapés mais preservados, com vegetação marginal e pouca influência humana. Pereira *et al.*, (2007c)

encontraram essas espécies em igarapés preservados no interior do Amazonas. *Stridulivelia tersa* e *S. strigosa* foram encontradas na Reserva F. A. Ducke, área muito bem preservada (Pereira *et al.*, 2007a; Polhemus & Spangler, 1995).

Os Gerridae que ocorreram em maior abundância foram *Brachymetra lata*, *Rheumatobates crassifemur esaki* e *Limnogonus aduncus*, respectivamente. Andersen (1982) relata que a região Neotropical apresenta a maior diversidade de Gerridae e *Brachymetra* é o gênero mais comum na região amazônica (Nieser, 1975). Eles têm como hábitat a superfície da água onde procuram suas presas. *Brachymetra lata* foi encontrada somente nas áreas melhor preservadas e com cobertura vegetal. *Rheumatobates crassifemur esaki* é uma espécie do Novo Mundo encontrada pela primeira vez no rio Solimões, Manacapuru, Amazonas, local de sua descrição (Hungerford, 1954). *Limnogonus aduncus* foram encontrados em áreas com vegetação ou com vegetação ausente, mas sempre com muita incidência solar. Esta espécie é encontrada em pequenas agregações e são de habitats lênticos com forte incidência solar (Molano-Rendón *et al.*, 2008).

Corixidae foi representado em sua grande maioria por *Tenagobia incerta*. De acordo com Nieser (1970), *Tenagobia* é um gênero muito comum na região tropical das Américas. Corixidae desempenham um papel importante nas comunidades aquáticas, se alimentam de matéria orgânica e algas filamentosas, e são fonte de alimento para peixes, por isso, servem de elo fundamental na cadeia alimentar (Applegate & Kieckhefer, 1977).

Belostomatidae foi representado por *Belostoma plebejum* e *B. micantulum*. *Belostoma* é o gênero de Belostomatinae que possui distribuição mais uniforme na região Neotropical (Lanzer-de-Souza, 1980). O primeiro registro de *B. plebejum* foi feita em Pitinga, Amazonas (Pereira *et al.*, 2007c) e possui representantes do grupo encontrados de Honduras até o sul da América do Sul (Estévez, 1996 *apud* Ribeiro & Alecrim, 2008). *Belostoma micantulum* é uma espécie que tem distribuição na região Neotropical da Guiana à Argentina (Consoli *et al.*, 1989).

4.2 - Riqueza de Heteroptera nos períodos de inundação

Nos igarapés de número 16, 19, 22 e 28, não foram encontrados heterópteros (Figura 20 e Tabela 10).



Figura 20: Igarapés que apresentaram abundância zero durante os períodos de inundação. Igarapés: a = 16, b = 19, c = 22, d = 28.

Os quatro igarapés que apresentaram abundância zero, estão dentro do perímetro urbano de Manaus, permanecem cercados por residências e recebem todo o tipo de esgoto, quase que completamente assoreados ou pavimentados como o igarapé 28. No igarapé 16 pode-se visualizar a presença de uma canalização de esgoto, essa estava rompida e derramando esgoto direto no igarapé. O igarapé 19

apresenta em seu leito entulho de construção, fraldas, plásticos e diversos outros materiais. O igarapé 22 com apenas um filete de água e este recebia dejetos de um criadouro de porcos.

O igarapé 13 foi amostrado dentro da Reserva F. A. Ducke e apresentou riqueza semelhante em diferentes períodos. O igarapé 23 também obteve resultado similar. Esse igarapé está em forte processo de degradação, com derrubada de árvores para fabricação de lenha, assoreamento e conseqüentemente muita incidência solar. O igarapé que apresentou maior número de espécies foi o igarapé 24, localizado dentro do mini-campus da UFAM. É um igarapé de mata fechada que se encontra nos limites do campus universitário, e por isso, sofre invasões freqüentes nos finais de semana por banhistas.

Os locais amostrados e os períodos de inundação não foram relacionados significativamente. Resultado semelhante obtido por Silva-Filho (2004), onde a riqueza de espécies de macroinvertebrados não mostrou correlação significativa com a superfície inundada e nem com os dias de inundação. Já Ebert & Balko (1987) relatam que o maior número de espécies de macroinvertebrados que ocorrem em poças temporárias, é devido a inundações freqüentes e que duram longos períodos.

As flutuações sazonais que ocorrem em igarapés na Amazônia Central são menores que as flutuações que ocorrem em grandes rios (Sioli, 1984), e o Conceito do Pulso de Inundação (Junk *et al.*, 1989) que é relacionado às grandes planícies de inundações, não se aplica aos igarapés de terra-firme uma vez que os mesmos não possuem um padrão regular de inundação sazonal (Mendonça, 2002).

Devido às alterações feitas para a construção de moradias as margens dos igarapés urbanos de Manaus, esses igarapés se tornaram muito parecidos, muito homogêneos, e provavelmente não alterando suas características com diferentes períodos hidrológicos. Também outro fator importante para não ocorrer relação significativa entre locais e períodos hidrológicos, possa ser a adaptação dos heterópteros a esses períodos.

Essa homogeneização pode ser decorrente de perdas de cobertura vegetal, assoreamento e poluição de igarapés que é ocasionada pela expansão urbana da cidade de Manaus (Nogueira *et al.*, 2007).

A adaptação dos Heteroptera é conhecida, muitos vivem pela superfície da água e apresentam asas, migram e depois recolonizam rapidamente a área perturbada. Como exemplo, Belostomatidae, Nepidae, Pleidae, Veliidae foram

relacionados à vegetação (Goulart, *et al.*, 2002; Grillet *et al.*, 2002; Nieser, 1970). Muitos Corixidae e Naucoridae se enterram no sedimento de fundo ou galhos e troncos (Nieser e Melo, 1997).

Com relação aos locais amostrados, podemos visualizar um padrão e dividi-los em dois grupos, não impactados e impactados (Figura 17 e quadro abaixo).

IGARAPÉS	Números															
Impactados	1	2	4	6	7	9	11	16	17	18	19	20	21	22	27	28
Não impactados	3	5	8	10	12	13	14	15	23	24	25	26	29	30		

Dos 30 igarapés amostrados, 14 foram considerados de áreas não impactadas e 16 de áreas impactadas. Nos igarapés impactados, quatro já foram citados e tiveram abundância zero. Um igarapé, o de número 6, localizado na foz do Tarumã, foi relacionado junto aos igarapés impactados apesar de estar localizado distante da cidade de Manaus. Apenas no período da cheia o igarapé 6 se agrupou aos igarapés impactados, provavelmente algum fator desconhecido foi importante para colocá-lo nesse grupo.

4.3 – Distribuição de Heteroptera com relação aos meso-hábitats

A aplicação da análise de espécies indicadoras (ISA) resultou em três espécies indicadoras de meso-hábitats. *Ambrysus usingeri* mostrou preferência por bancos de folhiços. *Microvelia cf. hinei* relacionou-se a espuma formada pela movimentação das corredeiras e *Ochterus perbosci* mostrou preferência por areia as margens dos cursos d'água. Como exemplo, outros grupos também foram relacionados com meso-hábitats. De acordo com Fidelis *et al.*, (2008), a entomofauna aquática é relacionada com substratos específicos dentro de pequenos igarapés na Amazônia Central. Assis *et al.*, (2004) encontraram várias espécies de Odonata (Insecta) com preferência por diversos micro-hábitats no rio Ubatiba, no município de Maricá, Rio de Janeiro. Comparações entre a colonização do folhiço submerso por macroinvertebrados em áreas de remanso e de corredeira foram realizados por Carvalho & Uieda (2004). Buss *et al.*, 2004 encontrou macroinvertebrados relacionados a folhiços de correnteza e de poças, pedras e

sedimento no rio Guapimirim, Rio de Janeiro, e a distribuição desses foi influenciada significativamente pela degradação ambiental e química da água.

Ambrysus habitam lagoas, riachos e remansos de rios, presos a troncos, galhos, pedras e entre a vegetação submersa (Nieser, 1975; Pérez, 1996; Sites & Willig, 1994). Nesse trabalho, *Microvelia cf. hinei*, foi relacionada à espuma, Spangler (1986) encontrou *Oiovelia spumicula* como espécie exclusiva de espuma formada pela movimentação das corredeiras. *Microvelia* são espécies pequenas que apresentam movimentos rápidos e vivem sobre as águas calmas geralmente entre vegetação submersa de riachos, poças, lagos e lagoas (Drake & Hussey, 1951). *Ochterus perbosci* é a espécie de Ochteridae com maior distribuição nas Américas, do Texas nos Estados Unidos até o sul do Brasil onde habitam áreas úmidas, arenosas e lamacentas as margens de córregos (Drake, 1952).

4.4 – Distribuição de Heteroptera com relação aos períodos de inundação

Os resultados da análise de espécies indicadoras (ISA) indicou duas espécies relevantes com relação aos períodos hidrológicos. Duas espécies mostraram preferência pelo período das cheias, *Cylindrostethus palmaris* e *Microvelia* sp.9. No trabalho de Soares *et al.*, (1999) a fauna bentônica do lago Camaleão, Amazonas, foi coligida de acordo com o Pulso de Inundação.

Cylindrostethus palmaris e *Microvelia mimula* foram encontradas em diferentes períodos de inundação no Pantanal Matogrossense. Alguns indivíduos de *C. palmaris* foram observados em áreas de inundação nos períodos de enchente, vazante e seca, já *M. mimula* foram observados abundantemente em áreas de inundação nos períodos de cheia, vazante e seca (Heckman,1998).

4.5 - Relação das variáveis ambientais com a riqueza e composição de Heteroptera

A Tabela 16 retrata as variáveis abióticas coligidas nos igarapés urbanos de Manaus, Amazonas. Uma grande parte dos igarapés amostrados, principalmente aqueles localizados na área central de Manaus, apresentaram aumento de pH, altas condutividades, baixos teores de oxigênio dissolvido, e altas concentrações de mercúrio, nitrogênio e fósforo total em relação às características hidroquímicas dos igarapés naturais da região, portanto, apresentaram indícios de impactos antropogênicos. Muitos desses resultados também foram obtidos por Melo *et al.*, (2005). Houve variações nos valores de pH, resultados para áreas não impactadas foram obtidos por Sioli & Kling (1962) e Kùchlera *et al.*, (2000) em áreas preservadas no rio Negro, Amazonas. De acordo com Junk (1983), o pH no rio Negro permanece em torno de 4 e no rio Amazonas de 6,5 a 7,0. A condutividade elétrica apresentou grande diferença entre os valores mínimos e máximos. Cleto Filho (2003) em igarapés poluídos da área central de Manaus encontrou média de 215 uS/cm, valor muito próximo ao encontrado no presente estudo, 188 uS/cm. A taxa de oxigênio apresentou-se pequena em muitos igarapés. Alterações ecológicas acontecem em sistemas aquáticos que recebem esgotos *in natura*, diminuem drasticamente a qualidade das águas, levando principalmente à acentuada redução do oxigênio dissolvido. Um dos principais fatores envolvidos na poluição orgânica é a falta de oxigênio, afetando organismos que vivem em diferentes substratos, de acordo com a necessidade de oxigênio e tolerâncias (Trivinho-Strixino & Strixino, 2005). Mas, de acordo com Ribeiro *et al.*, (1998) os valores de pH e oxigênio parecem não influenciar os heterópteros aquáticos e semi-aquáticos. A temperatura da água de muitos igarapés superou os 28°C e muitos deles não apresentam nenhuma cobertura vegetal. Em área preservada como a Reserva F. A. Ducke, a média não ultrapassa 24,4°C (Mendonça, 2002). Ocorreram também alterações na taxa de mercúrio, de nitrogênio total e de fósforo total. O mercúrio que ocorre nessas áreas não vem da garimpagem, e grande parte dele decorre da presença natural, acúmulo gradual em milhões de anos (Fearnside, 2003). O aumento do nitrogênio (em seus subprodutos) indica degradação do ambiente e são indícios de interferência humana

(Horbe *et al.*, 2005), principalmente por esgotos domésticos e efluentes industriais. O fósforo proveniente de fontes antropogênicas pode ser utilizado como um marcador de poluição, principalmente devido aos esgotos domésticos carregados de detergentes fosfatados, utilizados em larga escala e por fezes, que é rica em proteínas (Piveli, 2000).

Os igarapés que apresentaram os maiores valores do Índice de Integridade de Habitat (IIH) são aqueles mais preservados, com menos interferência humana, e na prática são representados pelos igarapés com valores $\geq 0,725$ (Tabela 11 e 17). O igarapé 25 e 26 estão localizados próximos a estrada do turismo. O igarapé 25 se localiza em área de mata primária, pertencente à aeronáutica, próxima ao aeroporto de Manaus. O igarapé 26 apesar de preservado, bem próximo a ele ocorre desmatamento. Os igarapés 12, 13, 14 e 15, foram amostrados dentro da Reserva F. A. Ducke e são completamente preservados. O igarapé 24 e 29, localizados dentro do mini-campus da UFAM, um fragmento de mata preservado dentro da cidade de Manaus. O igarapé 8, Mainã grande, está localizado bem distante do centro urbano de Manaus. A área circunvizinha a esse igarapé é muito bem preservada.

Concluindo, estes altos valores encontrados com as variáveis ambientais, estão relacionados à falta da mata ciliar em grande parte dos igarapés, decomposição da matéria orgânica e lançamento de efluentes industriais e domésticos.

Para verificar a relação da riqueza de heteroptera com as variáveis ambientais, a análise de regressão múltipla, escolheu entre as diversas variáveis independentes, aquelas mais úteis para explicar a variável dependente. A tabela 20 mostra um resumo da regressão com os valores dos coeficientes de determinação (R^2) das variáveis dependentes e o valor de R^2 variou de 39% a 79% nas espécies que apresentaram resultado significativo.

Na Análise de Correspondência Canônica (CCA) as espécies que sofreram influência do eixo 1 e 2 da ordenação foram as que se reuniram no grupo X e no grupo Z (Figura 19).

O grupo X está associado a igarapés alterados, muitos são de áreas desmatadas e eutrofizadas com altos valores de nitrogênio total (N) e fósforo total (P), pH, condutividade e temperatura. Belostomatidae, Naucoridae, Nepidae e Notonectidae, teoricamente podem ser afetados pela diminuição do oxigênio dissolvido na água, pois estes grupos vivem submersos, apesar de respirarem ar

atmosférico. *Belostoma micantulum* foi relacionado a altos valores de nitrogênio total. *B. micantulum* e outras espécies de belostomatídeos como, *B. dentatum*, *B. plebejum* e *Belostoma* sp também foram relacionados ao grupo X. Johnson *et. al* (1993) relata que certas espécies de Belostomatidae toleram uma grande quantidade de matéria orgânica onde se eleva a quantidade de nitrogênio. *Ranatra magna* e *R. obscura* (Nepidae) assim como Belostomatidae, possuem sifão respiratório e são dependentes do ar atmosférico, contribuindo para a sua permanência em ambientes impactados. Para ficarem com o sifão fora d'água, preferem um apoio, por isto são sempre encontrados relacionados com a vegetação marginal (Monte, 1945). *Buenoa cf. amnigenopsis* (Notonectidae) foi relacionada à áreas com maiores valores de nitrogênio total, no entanto, notonectídeos retornam a superfície em intervalos regulares para renovar o ar traqueal (López-Ruf, 1994). *Trepobates* sp., *Limnogonus aduncus*, *L. hyalinus*, *Neogerris lotus*, *N. lubricus* (Gerridae), *Mesovelgia amoena* (Mesoveliidae), *Microvelgia mimula* (Veliidae), pertencem a grupos que são afetados principalmente pela poluição por água servida. A presença desses em igarapés impactados sugere que determinado grau de poluentes na água não interfere na sua presença, desde que, os poluentes presentes na água não “quebrem” a tensão superficial e ocasionem o afogamento dos heterópteros. Uma grande quantidade de detergente no meio ambiente acarreta a incapacidade de locomoção através da quebra da tensão superficial da água, afetando insetos do plêuston como Gerridae e Veliidae (Aristizábal, 2002). *Ochterus aeneifrons*, *O. perbosci* e *Ochterus* sp. (Ochteridae), habitam áreas úmidas e enlameadas de córregos e lagos geralmente ensolarados (Drake, 1952). Não são influenciados diretamente pelas condições em que os igarapés se apresentam.

O segundo grupo formado foi o grupo Y, onde ocorre a maioria das espécies coligadas, sofreu influência do eixo 2 e 3 da ordenação. Esse grupo está relacionado a igarapés que apresentam as melhores características ambientais, como melhor oxigenação e maiores Índices de Integridade de Hábitat (IIH). Onde ocorre maior quantidade de oxigênio dissolvido disponível e substrato, os invertebrados são diversos e abundantes (Covich *et al.*, 1999). O substrato é determinante na distribuição e abundância de insetos aquáticos, pois fornecem proteção contra predadores e fonte de alimento para espécies bentônicas (Ribeiro *et al.*, 1998).

Relacionados a esses grupos foram encontradas várias espécies: *Ambrysus bifidus*, *Ambrysus cf. obscuratus*, *A. usingeri*, *Ambrysus* sp.. *Ambrysus usingeri* foi a

igarapés com maior velocidade de correnteza e maior Índice de Integridade de Hábitat (IIH). *Ambrysus* vive quase sempre em ambientes lóticos (Nieser, 1975), onde há maior oxigenação, ambiente característico de áreas não impactadas. Habitualmente não ocorrem em locais impactados podendo servir como indicadores de qualidade. *Heterocorixa* (Corixidae) preferem áreas com vegetação bastante densa (Nieser & Melo, 1997), no entanto, *Tenagobia* pode ser encontrado em áreas sem cobertura vegetal. De acordo com Sweney (1984) a presença de Corixidae é afetada pela maior exposição do grupo a temperatura, alterando o seu tempo de desenvolvimento, o crescimento, e a taxa reprodutiva. A presença de Corixidae em áreas não impactadas é importante porque são consumidores primários e secundários, sendo fonte de alimento para vertebrados (Applegate & Kieckhefer, 1977).

Tanto Gerridae quanto Veliidae, foram encontrados em grande número nos igarapés não impactados, apesar de habitarem a superfície da água e teoricamente não serem afetados pela poluição da água. Gerromorpha são patinadores especialistas em alimentarem-se de insetos e outros artrópodes que caem na água (Morales-Castaño & Molano-Rendón, 2008). Gerridae encontrados nessa área não impactada foram *Brachymetra lata*, *B. albinervis*, *Cylindrostethus palmaris*, *Cylindrostethus* sp. e *Cryptobatoides bruneus*. De acordo com Hynes (1984), *Brachymetra* são encontrados nas margens de riachos com pouca correnteza. *C. palmaris* são encontrados em lagos e rios sombreados, locais com forte correnteza ou remansos (Melo & Nieser, 2004). *Cylindrostethus* encontrados em riachos e rios com correnteza fraca (Nieser & Melo, 1997), em áreas sombreadas de riachos onde a correnteza é maior (Melo & Nieser, 2004) ou moderada e sem a presença de macrófitas (Souza *et al.*, 2006). Veliidae encontrados foram *Microvelia pulchella*, *Paravelia* sp.1, *Platyvelia* sp., *Ranatra parvula*, *Stridulivelia strigosa*, *S. tersa* e *S. transversa*. *Microvelia pulchella* são encontrados em lagoas, lagos, riachos, rios, pântanos, córregos e sumidouros associados a muita vegetação (Taylor & McPherson, 1999). *Paravelia* não vive diretamente na superfície de águas, sendo os indivíduos encontrados em vegetação emergente e, ocasionalmente, em vegetação um pouco distante da água (Smith & Polhemus, 1978). *Platyvelia* são encontrados nas margens de ambientes lóticos, em reservatórios artificiais (Vianna & Melo, 2003). *Rhagovelia* está adaptado para vida na superfície da água com muito

movimento (Ward, 1992) e *Stridulivelia* vivem em ambientes lânticos com muita vegetação nas margens (Bachmann, 1998; Pérez, 1996).

O terceiro grupo formado foi o grupo Z. Este grupo está associado a igarapés que apresentaram maiores larguras e profundidades. *Tenagobia selecta* e *T. schadei* (Corixidae) foram encontrados nas margens rasas dos igarapés 5 e 8. Corixidae vivem em águas mais rasas, não são encontradas em águas profundas (Nieser, 1970). *Tenagobia selecta* foi relacionada também a concentrações de nitrogênio total. *Tenagobia schadei* além do nitrogênio total, também foi relacionada à largura, profundidade e fósforo total. *Gelastororis flavus* foi encontrado nas margens com pouca vegetação e com grande incidência solar. De acordo com Nieser (1975), Gelastocoridae são freqüentemente encontrados em lama ou areia nas margens de córregos, lagoas, ou a alguma distância perto de poças d'água. *Rheumatobates* sp., *Neogerris visendus* (Gerridae) e *Martarega membranacea* são espécies gregárias e encontradas em grande quantidade nos igarapés 5 e 8.

4.6 - Índices da estrutura da comunidade

A diversidade de heteroptera medida através da riqueza taxonômica apresentou-se maior nos igarapés 3, 5, 8, 12, 24, 26 e 29 (Tabela 19). O índice de Shannon-Wiener e o índice de Alfa de Fisher são índices de diversidade que apresentaram resultados similares a riqueza dos locais amostrados e indicando maior diversidade nos igarapés não impactados.

O resultado do índice de equitatividade mostrou altos valores, sendo os maiores encontrados nos igarapés 4, 8, 13, 17, 20, 21 e 29 (Tabela 19). Os elevados índices de equitatividade obtidos nas amostras indicaram equilibrada distribuição de espécies, sugerindo a ausência de espécies dominantes.

5 - CONCLUSÃO

Algumas espécies encontrados neste estudo ainda não foram descritas em literatura específica. Grande parte dos igarapés urbanos mostraram-se impactados. Apesar dos resultados mostrarem um maior número de espécies de heterópteros em igarapés urbanos, pode-se considerar que o grupo apresenta muitas espécies tolerantes. Além disso, a fauna das áreas impactadas não é a mesma dos igarapés preservados da Reserva F. A. Ducke. Mesmo espécies encontradas nas duas áreas como *Brachymetra lata*, as encontradas na área preservada, apresentam uma maior abundância. Também as espécies indicadoras de meso-habitats na Reserva F. A. Ducke foram superiores, representando nove substratos em contrapartida com apenas três dos igarapés urbanos. Os resultados sugerem que os heterópteros aquáticos e semi-aquáticos são afetados pela ação antropogênica, mas não concluem que o grupo como um todo, são bons indicadores. A grande diversidade dos heterópteros e a presença de muitas espécies tolerantes pode ser a resposta. Contudo, a ausência de meso-habitats devido a níveis altos de poluição, mostrou ser de grande relevância, devido à ausência de heterópteros comuns em áreas preservadas não serem encontrados nas áreas impactadas. Estudos futuros baseados em espécies ou gêneros específicos de heterópteros pode ser a resposta para demonstrar a presença de boas espécies ou gêneros de heterópteros indicadoras de alterações antropogênicas.

Ocorre também uma diminuição do número de espécies de insetos com o aumento da poluição orgânica, porém algumas espécies podem se beneficiar da oferta alimentar e da ausência de competição e predação aumentando sua densidade. Porém, poucos insetos aquáticos sobrevivem a cargas muito altas de matéria orgânica, que resultam em redução de oxigênio, mas algumas espécies que respiram ar atmosférico podem estar presentes (Hynes, 1960; Wiederholm, 1984). Ocorrem profundas mudanças nos córregos urbanos, muitas vezes alterando, por exemplo, o fluxo, o tamanho, o substrato, a mata ciliar, a qualidade da água, provocando erosão e sedimentação, além de alterar a biota com aumento de organismos tolerantes (Ladson, 2004).

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alba-Tercedor, J. 1996. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. *IV Simposio del Agua en Andalucía (SIAGA), Almería*, vol. II: 203-213.
- Alencar, J.C. 1994. Fenologia de cinco espécies arbóreas tropicais de Sapotaceae correlacionada a variáveis climáticas na Reserva Ducke, Manaus, AM. *Acta Amazonica*, 24(3/4): 161-182.
- Alencar, Y.B.; Ludwig, T.A.V.; Soares, C.C.; Hamada, N. 2001. Stomach Content Analyses of *Simulium perflavum* Roubaud 1906 (Diptera: Simuliidae) larvae from streams in central Amazônia, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 96(4): 561-576.
- Allan, J.D. 1995. *Stream Ecology: structure and function of running waters*. Chapman & Hall. 388pp.
- Alvan-Aguilar, M.A.; Hamada, N.; Adler, P.H.; Luz, S.L.B. 2005. Cytotaxonomy of *Simulium cauchense* Floch & Abonnenc and *Simulium quadrifidum* Lutz (Diptera: Simuliidae) in Brazilian Amazonia. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 100(3): 249-257.
- Andersen, N.M. 1982. The semiaquatic bugs (Hemiptera, Gerromorpha). *Entomonograph*, 3: 1-455.
- Applegate, R.L.; Kieckhefer, R.W. 1977. Ecology of Corixidae (Water Boatman) in Lake Poinsett, South Dakota. *The American Midland Naturalist*, 97(1): 198-208.
- Araújo, M. 1998. Avaliação da biodiversidade em conservação. *Silva Lusitana* 6(1). 19-40.
- Aristizábal, H. 2002. *Los hemípteros de la película superficial del agua en Colombia*. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Colección Jorge Álvarez Lleras. N. 20. Editora Guadalupe. Bogotá. 245 pp.
- Assis, J.C.F.de; Carvalho, A.L.; Nessimian, J.L. 2004. Composição e preferência por microhabitat de imaturos de Odonata (Insecta) em um trecho de baixada do Rio Ubatiba, Maricá-RJ, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 48(2): 273-282.
- Azevedo, C.A.S.de. 2003. *Taxonomia e bionomia de imaturos de Megaloptera (Insecta) na Amazônia Central, Brasil*. Manaus, Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do

- Amazonas, Manaus, Amazonas. 159pp.
- Azevedo, C.A.S.de; Hamada, N. 2006. Description of last-instar larva of *Corydalus nubilus* Erichson, 1848 (Megaloptera: Corydalidae) and notes on its bionomics.. *Zootaxa*, 1177: 57-68.
- Azevedo, C.A.S.de; Hamada, N. 2007. Description of the larvae of *Corydalus batesii* MacLachlan and *C. ignotus* Conteras-Ramos (Megaloptera: Corydalidae) with notes on life history and behavior. *Zootaxa*, 1631: 33-35.
- Bachmann, A.O. 1998. Heteroptera acuáticos. In: Morrone, J.J.; Coscarón, S. *Biodiversidad de Artrópodos Argentinos. Uma Perspectiva Biotaxonômica*. Editores SUR, La Plata, Argentina, p.163-180.
- Bachmann, A.O.; Mazzucconi, S.A. 1995. Insecta Heteroptera (=Hemiptera s.str.). In: *Ecossistemas de Águas Continentales - Metodologias para su Estudio*. Tomo III. Ed: Estela C. Lopreto e Guillermo Tele Ediciones Sur. P. 1291-1325.
- Benetti, C.J.; Hamada, N. 2003. Fauna de coleópteros aquáticos (Insecta: Coleoptera) na Amazônia Central, Brasil. *Acta Amazonica*, 33(4): 701-710.
- Benstead, J.P.; Douglas, M.M.; Pringle, C.M. 2003. Relationships of stream invertebrate communities to deforestations eastern Madagascar. *Ecological Applications*, 13(5): 1473-1490.
- Bertan, I.; Carvalho, F.I.F. de; Oliveira, A.C. de; Vieira, E.A.; Hartwig, I.; Silva, J.A.G. da; Schimidt, D.A.M.; Valério, I.P.; Busato, C.C.; Ribeiro, G. 2006. Comparação de métodos de agrupamento na representação da distância morfológica entre genótipos de trigo. *Revista Brasileira de Agrociência*, 12: 279-286.
- Bobot, T.E.; Hamada, N. 2002. Plecoptera genera two streams in Central Amazonia, Brazil.. *Entomotropica*, 17(3): 299–301.
- Bouchard, R.W., Jr. 2004. *Guide to aquatic macroinvertebrates of the Upper Midwest*. Water Resources Center, University of Minnesota, St. Paul, MN. 208 pp.
- Braga, R.A.P. 1979. *Contribuição a biologia e ecologia de Asthenopus curtus Hagen (Insecta, Ephemeroptera) dos arredores de Manaus (Amazônia Central)*. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 77pp.
- Brown, L.R; Burton, C.A.; Belitz, K. 2005a. Aquatic Assemblages of the Highly Urbanized Santa Ana River Basin, California. *American Fisheries Society Symposium*, 47: 263–287.

- Brown, L.R.; Gray, R.H.; Hughes, R.M.; Meador, M.R. 2005b. Introduction to Effects of Urbanization on Stream Ecosystems. *American Fisheries Society Symposium*, 47: 1–8.
- Bueno, A.A.P.; Bond-Buckup, G.; Ferreira, B.D.P. 2003. Estrutura da comunidade de invertebrados bentônicos em dois cursos d'água do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 20 (1): 115-125.
- Buss, D.F.; Baptista, D.F.; Nessimian, J.L.; Egler, M. 2004. Substrate specificity, environmental degradation and disturbance structuring macroinvertebrate assemblages in Neotropical streams. *Hydrobiologia* (The Hague), 518: 179-188.
- Buss, D.F.; Baptista, D.F.; Silveira, M.P.; Nessimian, J.L.; Dorville, L.F.M., 2002. Influence of water chemistry and environmental degradation on macroinvertebrate assemblages in a river basin in south-east Brazil. *Hydrobiologia* 481: 125-136.
- Callisto, M.; Moretti, M.; Goulart, M. 2001. Macroinvertebrados Bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 6(1): 71-82.
- Callisto, M.; Vono, V.; Barbosa, A.F.; Santeiro, S.M. 2002. Chironomidae as a food resource for *Leporinus amblyrhynchus* (Teleostei: Characiformes) and *Pimelodus maculatus* (Teleostei: Siluriformes) in a Brazilian reservoir. *Lundiana*, 3(1): 67-73.
- Carvalho, E.M.; Uieda, V.S. 2004. Colonização por macroinvertebrados bentônicos em substrato artificial e natural em um riacho da serra de Itatinga, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 21(2): 287-293.
- Cleto Filho, S.E.N. 2003. Urbanização, poluição e biodiversidade na Amazônia. *Ciência Hoje*, 33(193): 72-75.
- Cleto Filho, S.E.N.; Walker, I. 2001. Efeitos da ocupação urbana sobre a macrofauna de invertebrados aquáticos de um igarapé da cidade de Manaus/AM – Amazônia Central. *Acta Amazonica*, 31(1): 69-89.
- Consoli, R.A.G.G.; Pereira, M.H.; Melo, A.L.; Pereira, L.H. 1989. *Belostoma micantulum* Stal, 1858 (Hemiptera: Belostomatidae) as a predator of larvae and pupae of *Aedes fluviatilis* (Diptera: Culicidae) in laboratory conditions. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 84: 577-578.
- Cottingham, P.; Walsh, C.; Rooney, G.; Fletcher, T. 2004. *Urbanization impacts on stream ecology — from syndrome to cure?* Outcomes of workshops held at the Symposium on Urbanization and Stream Ecology Melbourne University, Melbourne, Australia. CRC Freshwater Ecology, Canberra. 24pp.

- Couceiro, S.R.M.; Hamada, N.; Luz, S.L.B. 2007. Impacto da urbanização na vida aquática amazônica. *Ciência Hoje*, 40: 64-67.
- Couceiro, S.R.M.; Forsberg, B.R.; Hamada, N.; Ferreira, R.L.M. 2006. Effects of an oil spill and discharge of domestic sewage on the insect fauna of Cururu stream, Manaus, AM, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 66(1a): 35-44.
- Couceiro, S.R.M.; Hamada, N.; Luz, S.L.B.; Forsberg, B.R.; Pimentel, T.P. 2006. Deforestation and sewage effects on aquatic macroinvertebrates in urban streams in Manaus, Amazonas, Brazil. *Hydrobiologia*, 00: 01-14.
- Couceiro, S.R.M.; Hamada, N.; Ferreira, R.L.M.; Forsberg, B.R.; Silva, J.O. da . 2006. Domestic sewage and oil spill in streams: effects on edaphic invertebrates in flooded forest, Manaus, Amazonas, Brazil. *Water, Air and Soil Pollution*, 00: 1-11.
- Delgado, C.A. 1996. Bionomia de Odonata (Insecta) em dois igarapés da Reserva Florestal Adolfo Ducke (Manaus-Am-Brasil). Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 84pp.
- Dellone Filho, J. 1978. *Fatores físico-químicos dos criadouros de Simuliidae* (Diptera-Nematocera). Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 75pp.
- Drake, C.J., 1920. Water Striders New to the Fauna of Ohio, Including the Description of a New Species. *The Ohio Journal of Science*, 20(6): 205-208.
- Drake, C.J., 1952. Concerning American Ochteridae (Hemiptera). *The Florida Entomologist*, 35(2): 72-75.
- Drake, C.J.; Harris, H.M. 1935. Concerning Neotropical species of Rhagovelia (Veliidae: Hemiptera). *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 48: 33-38.
- Drake, C.J.; Hussey, R.F. 1951. Concerning some American *Microvelia* (Hemiptera: Veliidae). *The Florida Entomologist*, 34(4): 137-145.
- Drake, C. J.; Carvalho, C. M. 1954. New waterstriders from Brazil (Hemiptera). *Proc. Biol. Soc. Wash.*, 67: 223-226.
- Dufrêne, M.; Legendre, P. 1997. Species assemblages and indicator species: The need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs*, 67(3): 345-366.
- Ebert, T.A.; Balko, M.L. 1987. Temporary pools as islands in space and in time: The

- biota of vernal pools in San Diego. Southern California, USA. *Archiv für Hydrobiologie*, 100: 101-124.
- Espírito Santo, H.M.V. 2007. *Variação Temporal da Ictiofauna em Igarapés de Terra-Firme, Reserva Ducke, Manaus, Amazonas*. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade do Amazonas. 41pp.
- Estévez, A.L. 1996. Revision sistemática del género *Belostoma* Latreille (Hemiptera – Heteroptera) *In*: Ribeiro, J.R.I.; Alecrim, V.P. 2008. *Dois novas espécies de Belostoma Latreille, 1807 (Hemiptera: Heteroptera: Belostomatidae) do grupo plebejum sensu Nieser, 1975. Acta Amazonica*, 38: 179-188.
- Fearnside, P.M. 2003. A floresta amazônica nas mudanças globais. Editora INPA. Manaus. p.134.
- Fernández, L.A.; López-Ruf, M.L. 2006. Aquatic Coleoptera and Heteroptera inhabiting waterbodies from Berisso, Buenos Aires province, Argentina. *Rev. Biol. Trop.*, 54(1): 139-148.
- Ferreira, A.C.R. 1996. *Estudo da fauna de Perlidae (Plecoptera) em 2 igarapés da Amazônia Central*. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 74pp.
- Ferreira, R.L.M. 2003. *Preferência alimentar, atividade de vôo diurna e anual, comportamento de ataque, preferência por habitat e idade fisiológica de adultos de mutucas (Diptera: Tabanidae) na Amazônia Central, Brasil*. Tese de Doutorado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 163pp.
- Ferreira, R.L.M.; Pereira, E. da S.; HAR, N.T.F.; Hamada, N. 2003. *Mansonia* spp. (Diptera: Culicidae) associated with two species of macrophytes in a Varzea lake, Amazonas, Brazil. *Entomotropica*, 18(1): 21-25.
- Ferreira, R.L.M.; Rafael, J.A. 2006. Criação de Imaturos de Mutuca (Tabanidae: Diptera) Utilizando Briófitas e Areia como Substrato. *Neotropical Entomology*, 35(1): 141-144.
- Fidelis, L.; Nessimian, J.L.; Hamada, N. Distribuição espacial de insetos aquáticos em igarapés de pequena ordem na Amazônia Central. *Acta amazônica*, 36(1): 127-134.
- Figueroa, R.; Valdovinos C.; Arraya, E.; Parra, O. 2003. Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de qualidade de água de rios Del sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 76: 275-285.

- Fittkau, E.J. 2001. Amazonian Chironomidae (Diptera, Chironomidae): A contribution to chironomid research in the Neotropics. *Amazoniana*, 16(3-4): 313-323.
- Fittkau, E.J. 1977. Kinal and kinon, habitat and coenosis of the surface drift as seen in Amazonian running waters. *Geo-eco-trop*.1(1): 9-20.
- Freitas, C.E.C. 1994. *Comunidades bêmicas de cachoeiras da bacia do rio Urubui (Amazonas – Brasil): Persistência e Colonização*. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 64pp.
- Giller, P.S.; Malmqvist, B. 1998. *The biology of streams and rivers (Biology of habitats)*. Oxford University Press. 296pp.
- Godoy, B.S. 2007. Estrutura da comunidade de Gerromorpha (Heteroptera) em igarapés da região dos municípios de Rio Preto da Eva e Manaus. Dissertação de Mestrado. INPA. 48pp.
- Gondim, L. 1984. *O efeito do desmatamento sobre a população de invertebrados aquáticos de um riacho na Amazônia Central*. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 106pp.
- Gorayeb, I.S. 1978. *Detecção de predadores naturais das larvas de Simulium fulvinotum Cerqueira & Mello (Diptera, Nematocera)*. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 55pp.
- Gould, G.E. 1931. The *Rhagovelia* of the Western Hemisphere, with Notes on World Distribution (Hemiptera, Veliidae). *The Kansas University Science Bulletin*, 20: 1–61.
- Goulart, M.D.C.; Callisto, M. 2003. Bioindicadores de Qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. *Revista da FAPAM*, 2 (1): 1-9.
- Goulart, M.D.C.; Melo, A.L.de; Callisto, M. 2002. Qual a relação entre variáveis ambientais e a diversidade de heterópteros aquáticos em nascentes de altitudes? *Bios*, 10(10): 63-76.
- Gregory, M.B.; Bryant, W.L.B. 2003. Effects of urbanization on stream ecosystems in the piedmont ecoregion of Georgia and Alabama — a study design. *Proceedings of the 2003 Georgia Water Resources Conference, University of Georgia, Athens, Georgia*.
- Grillet, M.E., P. Legendre & D. Borcard. 2002. Community structure of Neotropical

- Wetland insects in Northern Venezuela. II. Habitat type and environmental factors. *Arch. Hydrobiol.* 155: 437-453.
- Härdle, W.; Simar, L. 2003. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Springer. 486pp.
- Hamada, N. 1989. Aspectos ecológicos de *Simulium goeldii* (Diptera: Simuliidae) – Relação entre substrato e densidade de larvas. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz.* 84(4): 263-266.
- Hamada, N. 1993. Abundância de larvas de *Simulium goeldii* (Diptera: Simuliidae) e caracterização de seu habitat, em uma floresta de terra firme, na Amazônia Central. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Serie Zoológica*, 9(2): 203-208.
- Hamada, N. 1989. *Aspectos bioecológicos de larvas de Simulium goeldii Cerqueira & Nunes de Mello, 1967, com referências a larvas de Simulium rorotaense Floch & Abonnenc, 1946 (Diptera: Simuliidae), na Reserva Florestal Ducke, Amazônia Central*. Manaus, Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 106pp.
- Hamada, N.; Adler, P.H. 2001. Bionomia e chave para imaturos e adultos de *Simulium* (Diptera: Simuliidae) na Amazônia Central, Brasil. *Acta Amazonica*, 31(1): 109-132
- Hamada, N.; Couceiro, S.R.M. 2003. An illustrated key to nymphs of Perlidae (Insecta: Plecoptera) genera in Central Amazonia, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 47(3): 477-480
- Hamada, N.; McCreadie, J.W. 1999. Environmental factors associated with the distribution of *Simulium perflavum* (Diptera: Simuliidae) among streams in Brazilian Amazonia. *Hydrobiologia*, 397: 71-78.
- Hamada, N.; Oliveira, S.J. 2003. Food items of larva of *Rimanella arcana* (Odonata: Amphipterygidae) in Central Amazonia, Brazil. *Entomotropica*, 18(2): 153-155.
- Hamada, N.; McCreadie, J.W.; Adler, P.H. 2002. Species richness and spatial distribution of blackflies (Diptera: Simuliidae) in streams of Central Amazonia, Brazil. *Freshwater Biology* 47: 31-40.
- Hamada, N.; Pepinelli, M.; Hernandez, L.M. 2006. *Simulium nunesdemelloi* (Diptera: Simuliidae), a new black fly species from northwest region of Amazonas state, Brazil. *Zootaxa*, 1371: 23-35.
- Hamada, N.; Pereira, E.S.; Adler, P.H. 2008. Polytene chromosomes of *Simulium (Psaroniocompsa) daltanhani* (Diptera: Simuliidae) from Central Amazonia, Brazil.

- Zootaxa*: 1676: 57-62.
- Hammer, O; Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. 2001. Past. Paleontological Statistic software for education and data analysis. *Paleontologia Eletronica*, 4(1): 9pp.
- Heckman, C. 1998. The Seasonal Succession of Biotic Communities in Wetlands of the Tropical Wet-and-Dry Climatic Zone: V. Aquatic Invertebrate Communities in the Pantanal of Mato Grosso. *Brazil Internat. Rev. Hydrobiol.* 83(1): 31-63.
- Heliövaara, K.; Väisänen, R. 1993. *Insects and pollution*. CRC Press. Florida. USA. 393pp.
- Horbe, A.M.C.; Gomes, I.L.F.; Miranda, S.F.; Silva, M.S.da S. 2005. Contribuição à hidroquímica de drenagens no Município de Manaus – AM. *Acta amazonica*, 35(2): 119-124.
- Hungerford, H.B. 1919. The biology and ecology of aquatic and semiaquatic Hemiptera. *The Kansas University Science Bulletin*, 11: 1-328.
- Hungerford, H.B. 1954. The Genus *Rheumatobates* Bergroth (Hemiptera-Gerridae). *The Kansas University Science Bulletin*, 36(7): 529-588.
- Hynes, H.B.N. 1960. *The Biology of Polluted Waters*. Liverpool Univ. Press, Liverpool. 202pp.
- Hufnagel, L.; Bakonhi, G.; Vásárhelyi T. 1999. New approach for habitat characterization based on species lists of aquatic and semiaquatic bugs. *Environmental Monitoring and Assessment*, 58: 305–316.
- Hsieh, H.L.; Li, L.A. 1998. Rarefaction Diversity: a Case Study of Polychaete Communities Using an Amended FORTRAN Program. *Zoological Studies* 37(1): 13-21.
- IBGE. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em 26 jun. 2008.
- Izsák, J.; Papp, L. 2000. A link between ecological diversity indices and measures of biodiversity. *Ecological Modelling*, 130: 151–156.
- Jáimez-Cuéllar, P.; Luzón-Ortega, J.M.; y Figueroa, J.M.T. de. 2000. Contribución al conocimiento de los Hemípteros acuáticos (Insecta: Heteroptera) del Parque Natural de La Sierra de Huétor (Granada, España). *Zool. baetica*, 11: 115-126.
- Johnson, R.K.; Wiederholm, T.; Rosenberg, D.M. 1993. Freshwater Biomonitoring Using Individual Organisms, Populations, and Species Assemblages of Benthic Macroinvertebrates. In: Rosenberg, D.M.; Resh, V.H. (eds). *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates.*, New York. Chapman & Hall. p. 40-158.

- Junk, W.J. 1980. Áreas inundáveis - Um desafio para a Limnologia. *Acta Amazonica*, 10(4): 775-795.
- Junk, W.J. 1983. As águas da Região Amazônica. *In*: Salati, E.; Junk, W.J.; Shubart, H.O.R.; Oliveira, A.E. *Amazônia: desenvolvimento, integração e ecologia*. São Paulo: Brasiliense; [Brasília]: Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. (II): p. 45-63.
- Junk, W.J.; Bayley, P.B.; Sparks, R.E. 1989. The Flood Pulse Concept in River Floodplain Systems. *Can Spec Publ Fish Aquat Sci*, 106: 110-127.
- Kennedy, A.C.; Smith, K.L. 1995. Soil microbial diversity and the sustainability of agricultural soils. *Plant and Soil*, 170: 75-86.
- Küchlera, I.L.; Miekeleyb, N.; Forsbergc, B.R. 2000. A Contribution to the Chemical Characterization of Rivers in the Rio Negro Basin, Brazil. *J. Braz. Chem. Soc.*, 11(3): 286-292.
- Lattin, J.D. 1995. Hemiptera: *Heteroptera of the Columbia River Basin, Western United States*. Report prepared for the USDA, Forest Service. USDI Bureau of Land Management, Upper Columbia River Basin Ecosystem Management Project, Walla Walla, WA. 56 pp.
- Ladson, A.R. 2004. Optimising urban stream rehabilitation planning and execution. Report 04/7 Co-operative Research Centre for Catchment Hydrology, Brisbane, 43pp.
- Lanzer-de-Souza, M.E. 1980. Inventário da distribuição geográfica da família Belostomatidae Leach, 1815, (Hemiptera-Heteroptera) na região Neotropical. *Iheringia, Sér. Zool.* (55): 43-86.
- Leal Neto, A. de C. 2007. *Identificando similaridades: Uma aplicação para a avaliação de risco de água de lastro*. Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, 179pp.
- Legendre, P.; Legendre, L. 1998. *Numerical Ecology*. Ed. Elsevier, B.V. Amsterdam. 853pp.
- Lenat, D.R.; Barbour, M.T. 1990. Using Benthic Macroinvertebrate Community Structure for Rapid, Cost-Effective, Water Quality Monitoring: Rapid Bioassessment. *In*: Loeb, S.L.; Spacie, A. *Biological monitoring of aquatic systems*. p. 187-215.
- Lewinsohn, T.M.; Prado, P.I. 2005. Quantas espécies há no Brasil? *Megadiversidade*, 1(1): 36-42.

- Lydy, M.J.; Crawford, C.G.; Frey, J.W. 2000. A Comparison of Selected Diversity, Similarity, and Biotic Indices for Detecting. Changes in Benthic-Invertebrate Community Structure and Stream Quality. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 39: 469–479.
- López-Ruf, M.L. 1994. *Situación ambiental de la Provincia de Buenos Aires. A. Recursos y rasgos naturales en la evaluación ambiental. Temas de Entomología. Los Hemipteros acuáticos y semiacuáticos de la Argentina.* CIC-Provincia de Buenos Aires comisión de investigaciones científicas. Año IV, nº 24, 57p.
- López-Ruf, M.L. 2004. Una especie nueva del género *Ambrysus* (Hemiptera: Naucoridae). *Rev. Soc. Entomol. Argent.* 63(1-2): 97-101.
- Lourenço, R.W.; Landim, P.M.B. 2004. *Análise de regressão múltipla espacial. UNESP/Rio Claro, IGCE, DGA, Lab.Geomatemática, Texto Didático* 13, 34 pp. Disponível em <<http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/textodi.html>>. Acesso em: 27.02.2009.
- Ludwig, J.A.; Reynolds J.F. 1988. *Statistical Ecology: a Primer on Methods and Computing.* John Wiley & Sons, Inc. 337pp.
- Magurran, A.E. 1988. *Ecological Diversity and its Measurement.* Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 179pp.
- Marengo, J.A.; Liebmann, B.; Kousky, V.E., Filizola Junior, N.P.; Wainer, I.C. 2001. Onset and End of the Rainy Season in the Brazilian Amazon Basin. *Journal of Climate*, 14(5): 833–852.
- Martins, F.R.; Santos, F.A.M.dos. 1996. Técnicas usuais de estimativa da biodiversidade. *Revista Holos*, 236-267.
- Mascarenhas, B.M. 1978. Contribuição ao conhecimento de *Limnogonus recurvus* Drake & Harris, 1930 (Hemiptera: Gerridae). Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 74pp.
- Maseti, P.P. 2005. *Biomonitoring In Two Contrasting Catchments.* Master Of Science. Rhodes University. 229pp.
- Matos, R.M.B.; Silva, E.M.R. da; Berbara, R.L.L. 1999. *Biodiversidade e Índices.* Seropédica: Embrapa Agrobiologia, CNPAB, Documentos, 107. 20pp.
- Matthews, G.B., Matthews, R.A.; Hachmöller, B. 1991. Mathematical analysis of temporal and spatial trends in the benthic macroinvertebrate communities of a small stream. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 48: 2184–

- 2190.
- McCafferty, W.P. 1981. *Aquatic Entomology*. Jones and Bartlett Publishers, INC. USA, Boston. 448pp.
- McCune, B.; Mefford, M.J. 1997. *Multivariate Analysis of Ecological Data*. Version 4.14 MjM Software, Gleneden Beach, Oregon.
- Melo, A.L.de; Nieser, N. 2004. Faunistical notes on aquatic Heteroptera of Minas Gerais (Brazil): an annotated list of Gerromorpha and Nepomorpha collected near Januária, MG. *Lundiana*, 5(1): 43-49.
- Melo, E.G.F.; Silva, M.S.R.da; Miranda, S.A.F. 2005. Influência antrópica sobre águas de igarapés na cidade de Manaus – Amazonas. *Caminhos de Geografia*, 5(16): 40-47.
- Mendonça, F.P.de. 2002. Ictiofauna de igarapés de terra firme: estrutura das comunidades de duas bacias hidrográficas, Reserva Florestal Adolfo Ducke, Amazônia Central. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade do Amazonas. 43pp.
- Merritt, R.W.; Cummins, K.W. (Eds) 1996. *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. 3ed. Dubuque. Kendall/Hunt Publishing Company. USA. 862pp.
- Mesquita, H.G. 1992. *Zigópteros de Phytotelmata das imediações de Manaus, com ênfase na biologia ninfal e a descrição de uma espécie nova (Odonata: Coenagrionidae; Pseudostigmatidae)*. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 111pp.
- Miserendino, M.L.; Pizzolón, L.A. 2001. Rapid assessment of river water quality using macroinvertebrates: A family level biotic index for the patagonic Andean zone. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 11(2): 137-148.
- Molano-Rendón, F.; Morales-Castãno, I.T.; Serrato-Hurtado, C. 2008. Clasificación y hábitats de Gerridae (Heteroptera-Gerromorpha) en Colombia. *Acta Biol. Colomb.* 13(2): 41-60.
- Monte, O. 1945. Baratas d'água. *Cha. e Qui.* 71: 454-459.
- Moraes, B.C.; Costa, J.M.N.; Costa, A.C.L.; 2005. Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará. *Acta Amazonica*, 35(2): 207-214.
- Morales-Castaño, I.T.; Molano-Rendón, F. 2008. Heterópteros acuáticos del Quindío (Colombia): Los infraordenes Gerromorpha y Nepomorpha. *Revista Colombiana de Entomología*, 34(1): 121-128.

- Moreira, F.F.F.; Ribeiro, J.R.I.; Nessimian, J.L. 2008. A synopsis of the species of *Mesovelgia* (Insecta: Heteroptera: Mesoveliidae) occurring in the floodplain of the Amazon River, Brazil, with redescrptions of *Mesovelgia mulsanti* White and *M. zeteki* Harris & Drake. *Acta amazonica*, 38(3): 539-550.
- Moreno, P.; Callisto, M. 2006. Benthic macroinvertebrates in the watershed of an urban reservoir in southeastern Brazil. *Hydrobiologia*, 560(3): 11-321.
- Myers, N. 1988. Tropical forests and their species. *In*: Wilson, E.O. Ed. *Biodiversity*. Nacional Academy Press, Washington. 117-154.
- Naiman, R.J.; Magnuson, J.J.; McKnight, D.M.; Stanford, J. A. 1995. *The freshwater imperative: a research agenda*. Island Press, Washington, D.C.
- Nedeau, E.J.; Merritt, R.W.; Kaufman, M.G. 2003. The effect of an industrial effluent on an urban stream benthic community: water quality vs. habitat quality. *Environmental Pollution*, 123: 1-13.
- Neiss, U.G.; Lencioni, F.; Hamada, N.; Ferreira-Keppler, R.L.M. 2008. Larval re-description of *Microstigma maculatum* Hagen in Selys, 1860 (Odonata: Pseudostigmatidae) from Manaus, Amazonas, Brazil. *Zootaxa*, 1696: 57-62.
- Neri, D.B.; Kotzian, C.B.; Siegloch, A.E. 2005. Composição de Heteroptera aquáticos e semi-aquáticos na área de abrangência da U.H.E. Dona Francisca, RS, Brasil: fase de preenchimento. *Iheringia*, 95(4): 421-429.
- Neering, T. 1954. Morphological Variations in *Mesovelgia mulsanti* (Hemiptera, Mesoveliidae). *The Kansas University Science Bulletin*, 36(5): 125-148.
- Nessimian, J.L. 1985. *Estudo sobre a biologia e a ecologia da fauna invertebrada aquatic na liteira submersa das margens de dois lagos do Arquipélago de Anavilhanas (Rio Negro, Amazonas, Brasil)*. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 108pp.
- Nessimian, J.L.; Dorvillé, L.F.M.; Sanseverino, A.M.; Baptista, D.F. 1998. Relation between flood pulse and functional composition of the macroinvertebrate benthic fauna in the lower Rio Negro, Amazonas, Brazil. *Amazoniana*, 15 (1/2): 35-50.
- Nessimian J.L., Venticinque E.M., Zuanon J.A.S., De Marco P.Jr., Gordo M. & Fidelis L. 2006. Land use, habitat integrity and aquatic insect assemblages in Central Amazonian streamlets. *Environmental Assessment*. 614(1): 117-131.
- Nieser, N. 1970. Corixidae of Suriname and the Amazon. *Studies of the Fauna of Suriname and the other Guyanas*, 45: 43-70.

- Nieser, N. 1975. The water bugs (Heteroptera: Nepomorpha) of the Guyana Region. *Studies on the Fauna of Suriname and other Guianas*, 16(59): 1-308.
- Nieser, N.; Melo, A.L. 1997. *Os heterópteros aquáticos de Minas Gerais. Guia introdutório com chave de identificação para as espécies de Gerromorpha e Nepomorpha*. Editora UFMG, Belo Horizonte, 180pp.
- Nogueira, A.C.F.; Sanson, F.; Pessoa, K. 2007. A expansão urbana e demográfica da cidade de Manaus e seus impactos ambientais. XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, INPE, p. 5427-5434.
- Odum, E.P. 1988. Populações em comunidades. *In: Odum, E.P., eds, Ecologia*. São Paulo: Guanabara. p. 258-272.
- Ortega, E.M.M.; Gerhard, P.; Verdade, L.M.; 2005. Uso do escalonamento multidimensional não métrico e análise de agrupamento na determinação de padrões da estrutura de comunidades de peixes de riachos. *In: 50 Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional da Biometria, Londrina. 50 RBRAS e 11 SEAGRO*. p. 1-6.
- Penã, G.V. 1996. Variação ubianual (1991 – 1993) da dinâmica de colonização de substrato-folha por fauna aquática em diferentes habitats do lago da hidrelétrica de Balbina, Amazônia Central, Amazonas, Brasil. Tese de doutorado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade do Amazonas. 192pp.
- Penny, N.D.; Arias, J.R. 1982. *Insects of an Amazon forest*. Columbia University Press, New York.
- Pereira, D.L.V. 2004. *Distribuição e chave taxonômica de gêneros de Gerromorpha e Nepomorpha (Insecta: Heteroptera) na Amazônia Central, Brasil*. Manaus, Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 141pp.
- Pereira, D.L.V.; Melo, A.L.; Hamada, N. 2007 (a). Chaves de identificação de adultos para famílias e gêneros de heterópteros aquáticos e semi aquáticos na Amazônia Central, Brasil. *Neotropical Entomology*, 36(2): 210-228.
- Pereira, D.L.V.; Neiss, U.G.; Ferreira, R.L.M. 2007 (b). Distribuição de *Paravelia recens* (Drake & Harris, 1935) (Hemiptera, Heteroptera, Veliidae) em *Guzmania brasiliensis* Ule, 1907 (Bromeliaceae) na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Amazonas, Brasil. *Acta Amazonica*, 37(1): 147-150.
- Pereira, D.L.V.; Melo, A.L. 2007. Aquatic and semiaquatic Heteroptera (Insecta) from Pitinga, Amazonas, Brazil. *Acta Amazonica*, 37(4): 643-648.

- Pérez, G.R. 1996. *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*. Fondo Fen Colombia, Colciencias, Universidad de Antioquia, 217pp.
- Pes, A.M.O.; Hamada, N. 2003. The occurrence of *Taraxitrichia* Flint & Harris, 1992 (Trichoptera: Hydroptilidae) in Brazil, with descriptions of the final larval stage. *Zootaxa*, 328: 1-7.
- Pes, A.M.O. 2001. *Taxonomia e estrutura de comunidades de Trichoptera (Insecta) no município de Presidente Figueiredo, Amazonas, Brasil*. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade do Amazonas. 166pp.
- Pes, A.M.O. 2005. Taxonomia, estrutura e riqueza das assembléias de larvas e pupas de Trichoptera (Insecta), em igarapés na Amazônia Central. Manaus. Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 165pp.
- Pes, A.M.O.; Hamada, N.; Nessimian, Jorge. 2005. Chaves de identificação de larvas para famílias e gêneros de Trichoptera (Insecta) da Amazônia Central, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 49(2): 181-204.
- Pes, A.M.O.; Hamada, N.; Soares, C.C. 2008 . Description of the las-instar larva and pupa and the bionomics of *Smicridea (Smicridea) truncata* Flint (Trichoptera: Hydropsychidae) in Central Amazonia, Brazil. *Zootaxa*, 1732: 54-60.
- Petersen, R.C. Jr. 1992. The RCE: a riparian, channel, and environmental inventory for small streams in agricultural landscape. *Freshwater Biology*, 27: 295-306.
- Pielou, E.C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*, 13: 131-144.
- Piveli, R. P. 2000. Qualidade e Poluição das Águas: Aspectos Físico-Químicos. São Paulo/SP: CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo, (Curso Via INTRANET - CETESB)
- Polhemus, J.T., 1991. Two new Neotropical genera of Trepobatinae (Gerridae: Heteroptera). *J. New York Entomol. Soc.*, 99(1): 78-86.
- Polhemus, J.T. 1996. Aquatic and Semiaquatic Hemiptera. *In*: Merritt, R.W.; Cummins, H.W. (Eds). *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. Kendall/Hurt Publishing Company, Dubuque, Iowa. p. 267-297.
- Polhemus, D.A. 1997. *Systematics of the genus Rhagovelia Mayr (Heteroptera: Veliidae) in the Western Hemisphere (exclusive of the angustipes complex)*.

- Maryland: Thomas Say Publications. Monographs. ii + 368 pp.
- Polhemus, J.T.; Chapman H.C. 1979. Family Veliidae. *In*: Menke, A. S.; (Ed). *The semiaquatic and aquatic Hemiptera of California*. University of California Press. Berkeley. p. 49-57.
- Polhemus, J.T.; Polhemus, D.A. 1984(a). Studies on Neotropical Veliidae (Hemiptera). VII. Descriptions of four new species of *Paravelia* BREDDIN. *Amazoniana*, VII(3): 339-349.
- Polhemus, J.T.; Polhemus, D.A. 1984(b). Notes on Neotropical Veliidae (Hemiptera) IX: additional new species of *Paravelia* from South America. *Amazoniana*, VIII(4): 497-504.
- Polhemus, J.T.; Polhemus, D.A. 1985. Studies on Neotropical Veliidae (Hemiptera). New species and notes. *The Pan-Pacific Entomologist*, 61(2): 163-169.
- Polhemus, J.T.; Polhemus, D.A. 1993. Two new genera for new world Veliinae (Heteroptera: Veliidae). *J. New York Entom. Soc.*, 101: 391-398.
- Polhemus, J.T.; Polhemus, D.A. 2008. Global diversity of true bugs (Heteroptera; Insecta) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595: 379–391.
- Polhemus, J.T.; Spangler, P.J. 1989. A new species of *Rheumatobates* Bergroth from Ecuador and distribution of the genus (Heteroptera: Gerridae). *Proc. Entomol. Soc. Wash.*, 91(3): 421-428.
- Polhemus, J.T.; Spangler, P.J. 1995. A review of the genus *Stridulivelia* Hungerford and two new species (Heteroptera: Veliidae) from South America. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 97(1): 128-152.
- Prefeitura de Manaus. Disponível em: <<http://www.manaus.am.gov.br>>. Acesso em: 26 jun. 2008.
- Resh, V.H.; Myers, M.J.; Hannaford, M.J. 1996. Macroinvertebrates as Biotic Indicators of Environmental Quality. *In*: Hauer ,F.R; Lamberti, G.A. *Methods in Stream Ecology*. p. 647-665.
- Ribeiro, J.M.F. 2004. *Plecoptera (Insecta) adultos da Reserva Florestal Adolpho Ducke*. Manaus, Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 81pp.
- Ribeiro, J.R.I. 2007. A review of the species of *Belostoma* Latreille, 1807 (Hemiptera: Heteroptera: Belostomatidae) from the four southeastern Brazilian states. *Zootaxa*, 1477: 1-70.

- Ribeiro, J.R.I.; Alecrim, V.P. 2008. Duas novas espécies de *Belostoma* Latreille, 1807 (Hemiptera: Heteroptera: Belostomatidae) do grupo plebejum sensu Nieser, 1975. *Acta Amazonica*, 38: 179-188.
- Ribeiro, L.O.; Uieda, V.S. 2005. Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um riacho de serra em Itatinga, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22(3): 613-618.
- Ribeiro, J.R.I., Nessimian, J.L.; Mendonça, E.C. 1998. Aspectos da distribuição dos Nepomorpha (Hemiptera: Heteroptera) em corpos d'água na restinga de Marica, Estado do Rio de Janeiro. *Oecologia Brasiliensis – Ecologia de Insetos Aquáticos*, p. 113-128.
- Ribeiro, J.E.L. da S.; Hopkins, M.J.G.; Vicentini, A.; Sothers, C.A.; Costa, M.A. da S.; Brito, J.M. de.; Sousa, M.A. de.; Martins, L.H.P.; Lohmann, L.G.; Assunção, P.A.C.L.; Pereira, E. da C.; Silva, C.F. da.; Mesquita, M.R.; Procópio, L.C. 1999. Flora da Reserva Ducke: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. Manaus: INPA. 799pp.
- Rivera-Usme, J.J.; Camacho-Pinzón, D.L.; Botero-Botero, A. 2008. Estructura numérica de la entomofauna acuática en ocho quebradas del Departamento del Quindío-Colombia. *Acta biol. Colomb.*, 13(2): 133-146.
- Rovere, A.L.N.La; Crespo, S.; Velloso, Rui. 2002. *Projeto geo cidades: relatório ambiental urbano integrado: Informe GEO: Manaus*. Consórcio Parceria 21. Rio de Janeiro. 188pp.
- Roque, F.O. & Trivinho-Strixino, S. 2000. Avaliação preliminar da qualidade da água dos córregos do município de Luiz Antônio (SP) utilizando macroinvertebrados como bioindicadores. In: Santos, J.E.; Pires, J.S.R. (eds). *Estação Ecológica de Jataí – Vol. 2*, São Carlos, Rima. p. 721-731.
- Rosado, B.H.P.; Moura, C.; Werneck, F.; Colpas, F.; Rodrigues, L.; Carballido, V.C. Influência da complexidade estrutural da vegetação flutuante na fauna de invertebrados aquáticos predadores no lago camaleão, ilha da Marchantaria, AM. Disponível em <http://www.inpa.gov.br/pdbff/cursos/efa/livro/2004/PDFs/po4g2.pdf>. Acesso em 14.08.2009.
- Sala, O.E.; Chapin, F.S.; Armesto, J.J.; Berlow, E.; Bloomfield, J.; Dirzo, R.; Huber-Sanwald, E.; Huenneke, L.F.; Jackson, R.B.; Kinzig, A.; Leemans, R.; Lodge, D.M.; Mooney, H.A.; Oesterheld, M.; Poff, N.L.; Sykes, M.T.; Walker, B.H.;

- Walker, M.; Wall, D.H.; 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, 287:1770-1774
- Salles F.F. & Molineri C. 2006. *Amanahyphes saguassu*, a new genus and species of Leptohyphidae (Ephemeroptera: Ephemerelloidea) from northern Brazil. *Aquatic Insects*, 28: 1-12.
- Sampaio, R.T.M.; Py-Daniel, V. 1993. The subfamily Gerrinae (Hemiptera: Heteroptera: Gerridae) at the Rio Trombetas hydrographic basin, Pará, Brazil. *Acta Amazonica*, 25: 83-94.
- Sant'anna, E.B.; Camargo, A.F.M.; Bonocchi, K.S.L. 2007. Effects of domestic sewage discharges in the estuarine region of the Itanhaém River basin (SP, Brazil). *Acta Limnol. Bras.*, 19(2): 221-232.
- Santos-Neto, C.R.dos; Lopes, M.J.do N.; Belmont, E.L.L. 2008. Diversidade de larvas de Leptophlebiidae (Insecta: Ephemeroptera) da Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, AM. *EntomoBrasilis*, 1(1): 1-5.
- Scarpassa, V.M.; Hamada, N. 2003. Isozyme variation in four species of the *Simulium perflavum* group (Diptera: Simuliidae) from the Brazilian Amazon. *Genetics and Molecular Biology*, 26(1): 39-46.
- Scherer, E.; & Filho, I.M.; 2004. Injustiça ambiental em Manaus. 11p. Disponível em http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro2/GT/GT17/gt17_elenise.pdf
Acesso em 20/07/2009.
- Schuh, R.T.; Slater, J.A. 1995. *True Bugs of the World (Hemiptera-Heteroptera). Classification and Natural History*. Ithaca and London: Cornell University Press. 336pp.
- Shannon, C.E., Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of information*. University of Illinois Press, Urbana, IL, USA.
- Serpa Filho, A. 2004. *Estudo taxonômico e estrutura da comunidade da subfamília Tanypodinae (Insecta: Diptera: Chironomidae) em dois igarapés da Amazônia Central, Brasil*. Manaus, Tese de Doutorado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas.166pp.
- Serpa-Filho, A.; Ferreira, R.L.M.; Barbosa, U.C. 2007. Ocorrência de *Polypedilum (Tripodura) amataura* Bidawid-Kafka, 1996 (Diptera; Chironomidae) em *Aquascypha hydrophora* (Berk.) Reid (Fungi; Stereaceae), com descrição da pupa na Amazônia Central, Brasil. *Acta Amazonica*. 37(1): 151–156.

- Silva, L.F. da ; Nessimian, J.; Hamada, N. 2008. Distribuição espacial de insetos aquáticos em igarapés de pequena ordem na Amazônia Central. *Acta Amazonica*, 38: 127-134.
- Silva-Filho, M.I. 2004. *Perturbação hidrológica, estabilidade e diversidade de macroinvertebrados em uma zona úmida (lagoas intermitentes) do semi-árido brasileiro*. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos. 155pp.
- Simpson, H.E. 1949. Measurement of diversity. *Nature*, 163: 688.
- Sioli, H.; Kling, H. 1962. Solos, tipos de vegetação e águas na Amazônia. *Boletim do Museu Emílio Goeldi*, 1: 27-41.
- Sioli, H. 1984. *The Amazon – Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin*. Dr. Junk Publishers, Dordrecht.
- Sites, R.W.; Willig, M.R. 1994. Interspecific morphometric affinities in *Ambrysus* (Hemiptera: Naucoridae). *Proc. Entomol. Soc. Wash.*, 96(3): 527-532.
- Smith, C.L.; Polhemus, J.T. 1978. The Veliidae (Heteroptera) of America, North of Mexico. Keys and check list. *Proc. Entomol. Soc. Wash.*, 80: 56-68.
- Soares, M.G.; Piedade, M.T.F.; Maia, L.M.A.; Darwich, A.; Oliveira, A.C.B. 1999. Influência do Pulso de cheia e vazantes na dinâmica ecológica de áreas inundáveis. In: FINEP-CNPQ. (Org.). *Programa Piloto para Proteção das Florestas Tropicais do Brasil*. Brasília: Produção Gráfica Ltda. p. 425-445.
- Souza, M.A.A. de; Melo, A.L.; Vianna, G.J.C. 2006. Heterópteros Aquáticos Oriundos do Município de Mariana, MG. *Neotropical Entomology*, 35(6): 803-810.
- Spangler, P.J. 1986. Two new species of water-striders of the genus *Oiovelia* from the Tepui Cerro de la Neblina, Venezuela (Hemiptera: Veliidae). *Proc. Entomol. Soc. Wash.*, 88(3): 438-450.
- Spangler, P.J.; Froeschner, R.C. 1987. Distributional data, illustrations, and habitat of the south american water-strider *Microvelia ayacuchana* (Hemiptera: Veliidae). *Proc. Entomol. Soc. Wash.*, 89(1): 167-174.
- StatSoft, Inc. (2001). STATISTICA (data analysis software system), version 6. www.statsoft.com.
- Stevens, L.E.; Polhemus, J.T. 2008. Biogeography of aquatic and semiaquatic Heteroptera in the grand canyon ecoregion, southwestern USA. *Monographs of the Western North American Naturalist*. 4: 38–76.
- Sweney, B.W. 1984. Factors influencing life-history patterns of aquatic insects. In: Resh, V.H.; Rosenberg, D.M (Eds). *The Ecology of Aquatic Insects*. Praeger

- Publishers, New York, USA. p. 56-100.
- Taylor, S.J.; McPherson, J.E. 1999. Morphological variation and polyvoltinism of *Microvelia pulchella* (Heteroptera: Veliidae) in southern Illinois, USA. *Acta Soc. Zool. Bohem.* 63: 237-249.
- Taylor, S.J.; McPherson, J.E. 2003. Voltinism and laboratory rearing of *Microvelia hinei* (Heteroptera: Gerromorpha: Veliidae). *The great lakes entomologist.* 36 (1&2): 1-9.
- Tavares, Y.G. 2004. *Biologia reprodutiva dos equinóides Echinometra lucunter (Linnaeus, 1758) e Arbacia lixula (Linnaeus, 1758) (Echinodermata: Echinoidea) na Ilha da Galheta, litoral paranaense, Brasil.* Universidade Federal do Paraná, UFPR, Brasil. Tese de DOUTORADO. 190pp.
- Ter Braak, C.J.F. 1987. The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. *Vegetatio*, 69: 69-77.
- Triplehorn, C.A.; Johnson, N.F. 2005. Borror and DeLong's. *Introduction to the Study of Insects.* Publisher Thomson Brooks/Cole, 864pp.
- Trivinho-Strixino, S.; Strixino G. 2005. Chironomidae (Diptera) do rio Ribeira (divisa dos estados de São Paulo e Paraná) numa avaliação ambiental faunística. *Entomol. Vect.* 12(2): 243-253.
- Valderrama, J.C. 1981. The simultaneous analysis of total N and P in natural waters. *Marine Chemistre*, 10: 1009-1022.
- Valentin, J.L. 1995. Agrupamento e Ordenação. In: Neto, P.R.P.; Valentin J.L.; F. Fernando. *Oecologia Brasiliensis. Tópicos em tratamento de Dados Biológicos*, 2: p. 27-57.
- Valentin, J.L. 2000. *Ecologia Numérica - Uma Introdução à Análise Multivariada de Dados Ecológicos.* Interciência. 117pp.
- Vásquez, C.A.D. 1996. *Bionomia de Odonata (Insecta) em dois igarapés da Reserva Florestal Adolpho Ducke (Manaus, AM, Brasil).* Manaus, Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas, 84pp.
- Vianna, G.J.C.; Melo, A.L.de; 2003. Distribution patterns of aquatic and semi aquatic Heteroptera in Retiro das Pedras, Brumadinho, Minas Gerais, Brazil. *Lundiana*, 4(2):125-128.

- Walker, I. 1998. Population dynamics of Chironomidae (Diptera) in the Central Amazonian blackwater river Tarumã-Mirim (Amazonas, Brasil). *Oecologia Brasiliensis*, 5: 235-252.
- Walker, I. 2007. The macrofauna associated with *Eichhornia crassipes* roots during the phase of declining eutrophication in the Balbina Reservoir (Presidente Figueiredo, Amazonas, Brasil). *Acta Limnol. Bras.*, 19(4):473-483.
- Ward, 1992. *Aquatic insect ecology: biology and habitat*. v.1. New York; John Wiley & Sons. 438 pp.
- Washington, H.G. 1984. Diversity, biotic, and similarity indices. *Water Res*, 18: 653-694.
- Waters, T. F. 1972. The drift of stream insects. *Ann.Rev. Entomol.* 17:253-272.
- Weckman, C.H. 1998. The Seasonal Succession of Biotic Communities in Wetlands of the Tropical Wet-and-Dry Climatic Zone: V. Aquatic Invertebrate Communities in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Internat. Rev. Hydrobiol.* 83(1): 31-63.
- Whitton, B. A. 1975: *River ecology. Studies in Ecology 2*. Oxford : Blackwell Scientific Publications. US distributors: University of California Press. x+725 pp.
- Wiederholm, T. 1984. Responses of aquatic insects to environmental pollution. In: Resh, V.H.; Rosenberg, D.M (Eds). *The Ecology of Aquatic Insects*. Praeger Publishers, New York, USA. p. 508-557.
- Williams, D.D.; Hynes, H.B.N. 1976. The Recolonization Mechanisms of Stream Benthos. *Oikos*, 27(2): 265-272.
- Williams, D.D.; Feltmate, B.W. 1992. *Aquatic Insects*. CAB Internacional., Wallingford. 358pp.
- Wilson, E. O. 1994. *Diversidade da vida*. Ed. Companhia das Letras, São Paulo. 466pp.
- Wiener N. 1948. *Cybernetics, or control and communication in the animal and the machine*. Cambridge, MA: The MIT Press, 194pp.